



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS**

INFORME TÉCNICO

EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS DEL VALLE DEL ESTERO PUANGUE: DIAGNÓSTICO SITUACIÓN ACTUAL

REALIZADO POR:

DEPTO. DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

S.I.T. N° 118

NOVIEMBRE 2006

EQUIPO DE TRABAJO:

Departamento de Estudios y Planificación (DEP)

Ing. Jefe Sr. Pedro Rivera I.

Ing. Sra. Ana Maria Gangas P.

Ing. Sr. Alvaro San Martín N.

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	2
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. DESCRIPCIÓN GENERAL AREA DE ESTUDIO	3
4. ANTECEDENTES DISPONIBLES.....	5
5. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA.....	6
5.1. HIDROLOGÍA	6
5.1.1. Pluviometría	6
5.1.2. Fluiometría	8
5.2. HIDROGEOLOGÍA	11
5.2.1. Geología y Geomorfología	11
5.2.2. Niveles de Aguas Subterráneas.....	15
5.2.3. Bombeos y Catastros.....	25
5.2.4. Formaciones Acuíferas	28
5.2.5. Parámetros Elásticos	31
6. SITUACIÓN Y DIAGNÓSTICO MODELO BASE.....	33
6.1. CORRECCIONES AL MODELO DE BASE	37
7. MODELACIÓN HIDROGEOLÓGICA	38
7.1. ACTUALIZACIÓN DEL MODELO HIDROGEOLÓGICO	38
7.1.1. Evaluación Período de Calibración	38
7.1.2. Condiciones de Borde y parámetros elásticos	38
7.1.3. Espesor y geometría del basamento.....	38
7.1.4. Niveles Observados	39
7.2. CARACTERÍSTICAS MODELO ACTUALIZADO	40
7.2.1. Límites del Modelo	40
7.2.2. Discretización Espacial	41
7.2.3. Discretización Temporal.....	42
7.2.4. Propiedades Elásticas.....	42
7.2.5. Recargas y Descargas.....	44
7.2.6. Condiciones de Borde.....	48
7.2.7. Patrón de Ajuste para la Calibración.....	50
7.3. CALIBRACIÓN	52
7.4. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN.....	53
8. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN – DIAGNÓSTICO.....	57
9. CONCLUSIONES	60
ANEXOS	62

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de los roles que a la Dirección General de Aguas, DGA, le corresponden, se encuentran el de: planificar el uso del recurso, regular el aprovechamiento sobre las aguas y constituir los derechos de aprovechamiento. Para ello, la DGA tiene la responsabilidad de investigar y evaluar el recurso hídrico con los antecedentes y herramientas más eficaces y actuales que tenga.

En los últimos años, ha comenzado una creciente demanda por los recursos hídricos subterráneos en la zona del valle del Puangue-Melipilla, cuenca del río Maipo, de la región Metropolitana. Así mismo, en los últimos 10 años, la DGA, a través de su Departamento de Estudios y Planificación, viene desarrollando y trabajando con modelos de simulación para la evaluación y estudio de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos de variadas cuencas del país.

Es por esto, que el Departamento Estudios y Planificación (DEP) de la DGA, decide el desarrollo de este estudio, la “Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos acuífero Puangue-Melipilla, Diagnóstico Situación Actual” , aprovechando que existe una herramienta previa de base en este valle (como lo son los modelos hidrogeológicos), implementado por la Comisión Nacional de Riego (CNR) el año 2001, que permitirá a la DGA, seguir avanzando, como hasta ahora, con una evaluación de los recursos hídricos moderna, eficiente y más actualizada.

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

2.1. OBJETIVO GENERAL

Contar con un Modelo Hidrogeológico para el acuífero del valle del estero Puangue-Melipilla, que permita en el corto plazo realizar la evaluación del recurso hídrico subterráneo, enmarcado dentro de la planificación y buena administración de los recursos hídricos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos, se pueden señalar los siguientes:

- 1) Mejorar el actual modelo hidrogeológico existente para el acuífero del estero Puangue.
- 2) Actualizar la información con que se implementó el modelo Base del acuífero del Puangue.
- 3) Calibrar el modelo hidrogeológico del Puangue-Melipilla, con la mayor cantidad de información existente a marzo 2005.
- 4) Evaluar el recurso hídrico subterráneo para la situación histórica-actual del valle del Puangue-Melipilla.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicada en el cuadrante formado por las coordenadas UTM Norte 6.340.000 y 6.240.000 y UTM Este 255.000 y 320.000, Datum Psad 56; y corresponde a la SubCuenca denominada “Subcuenca Río Maipo Bajo”, entre el río Mapocho y Desembocadura, que en adelante se denomina **Subcuenca Puangue-Melipilla**, en razón del estero que involucra y de los sectores aledaños, que conforman la parte baja de la cuenca del río Maipo.



Figura 3.1: Mapa de Ubicación Subcuenca Puangue-Melipilla.

La superficie de la subcuenca del Puangue-Melipilla, abarca un total de 3363 Km², e incluye a las provincias de San Antonio y a la provincia de Melipilla, conformando parte de la región Metropolitana como también una pequeña porción de la V región. Los principales centros poblados son: Melipilla, Curacaví, Culiprán, Pomaire, Mallarauco, Popeta y Cholqui. En la figura 3.1 se muestra un esquema de la zona de estudio.

En el área analizada se distinguen tres sistemas geomorfológicos: Depresión Intermedia, Cordillera de la Costa y Planicie Litoral, sin embargo, la zona de estudio presenta en general características similares en su paisaje, caracterizado por lomas suaves lo que privilegia al sector para actividades agrícolas. Debido a lo anterior, existe un escaso manto vegetal arbóreo, en donde la especie dominante es la estepa acacia caven, asociada a arbustos altos y pequeñas formaciones arbóreas y en sectores áridos son reemplazados por quiscos.

El Valle del Estero Puangue se extiende en dirección Norte-Sur, al poniente del sector montañoso que limita al valle principal del río Maipo, en una longitud aproximada de 55 km. Desde su origen y hasta la confluencia con el estero Carén avanza encajonado entre dos cordones montañosos que se separan en ese sector formando una planicie más amplia de aproximadamente 2 Km., que se desarrolla hasta Curacaví. Siguiendo hacia aguas abajo modifica nuevamente su dirección y la recobra a la altura de la confluencia de los esteros Améstica y La Higuera. Aproximadamente a 18 km aguas abajo desemboca en el río Maipo al Poniente de la ciudad de Melipilla.

A partir de Lolenco y hasta el sector de Bollenar, el estero Puangue recibe los derrames de riego del canal las Mercedes, el cual capta sus aguas en el río Mapocho. El río Maipo, aguas abajo de la confluencia con el río Mapocho recibe varios tributarios de cierta importancia, entre los cuales se cuenta a los esteros Cholqui, Puangue, Popeta, El Sauce, Quimauque y Cuncumén. Este sector se ve más bien caracterizado por formaciones rocosas, de composición granítica, que se presentan atravesadas por sistemas de fallas.

4. ANTECEDENTES DISPONIBLES

Dentro de los antecedentes disponibles y utilizados para el desarrollo de este Informe se pueden destacar los siguientes:

- REF 1: Estudio Integral de Optimización del Regadío de la 3^{era} Sección del Río Maipo y Valles de Yali y Alhué. Comisión Nacional de Riego (CNR) -Geofun Ltda.. 2001.
- REF 2: Estudio Modelo de Simulación Hidrológico Operacional Cuencas de los ríos Maipo y Mapocho, Dirección General de Aguas, DGA, - AC Asociados Ltda. Mayo 2000. SIT N°62.
- REF3: Mapa Geológico del Área de Valparaíso-Curacaví. Escala 1:100.000. N°1. Sernageomin.1996
- REF 4: Mapa Geológico del Área de San Antonio-Melipilla Escala 1:100.000. N°2. Sernageomin.1996.

5. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA

5.1. HIDROLOGÍA

Para el presente estudio, no se realiza una actualización ni corrección a la caracterización hidrológica que ya existe (pluviométrica y fluviométrica), y que corresponde a la realizada en la REF 1 y que es la que permite estimar tanto las precipitaciones efectivas como los caudales que aportan como dato de entrada al Modelo Superficial y que, en consecuencia, permite estimar las recargas al sistema acuífero.

Por lo tanto, a continuación se describe resumidamente las conclusiones del estudio de la REF1 en cuanto a la caracterización hidrológica, considerando que todos los cálculos allí obtenidos son absolutamente válidos, pero no descartando que éstos pudiesen ser mejorados en cuanto a su detalle y discretización temporal y actualizados en trabajos futuros.

5.1.1. Pluviometría

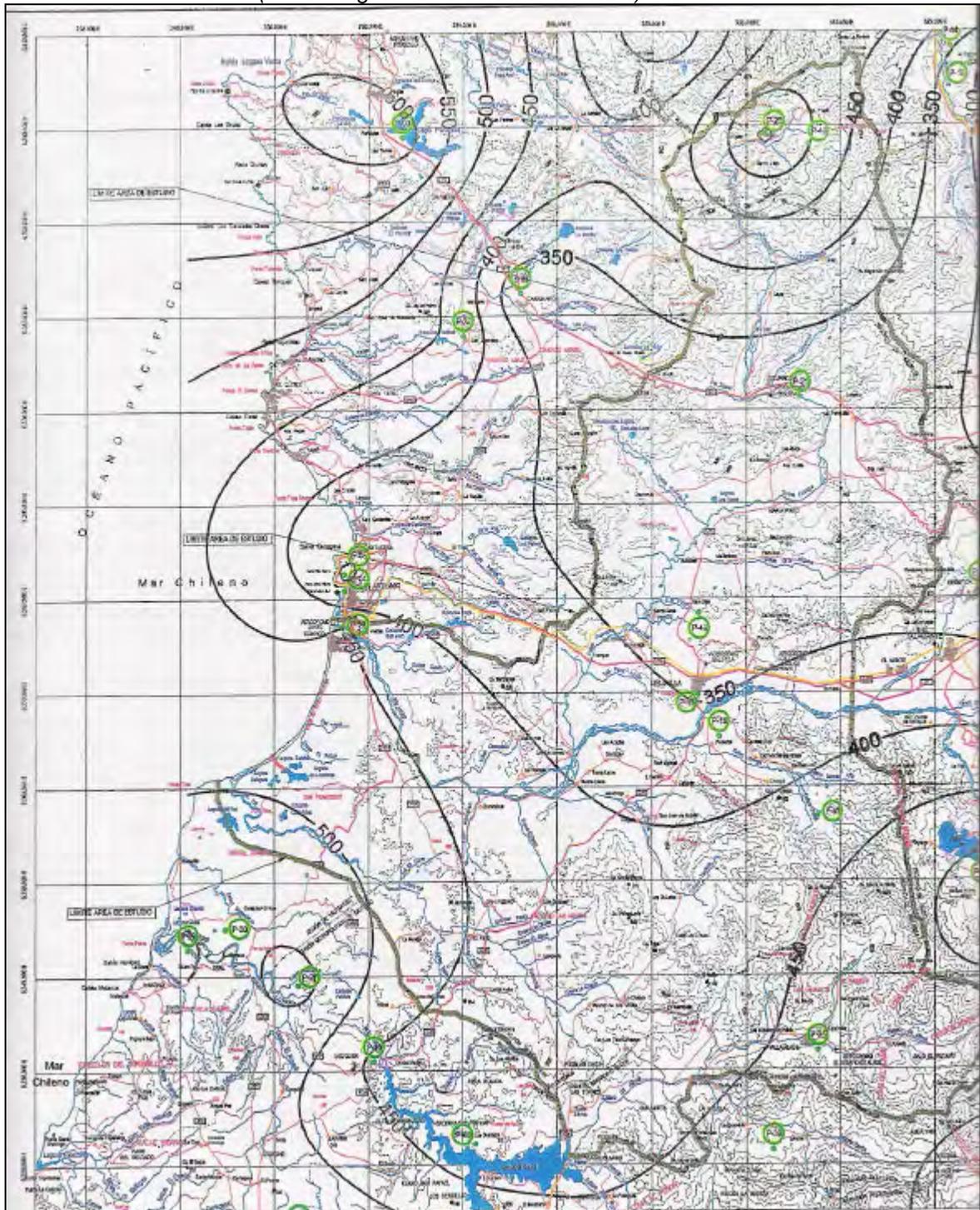
Para el relleno y extensión de las estadísticas, el estudio de la REF1, consideró a su vez 2 estudios anteriores: (1) Estudio Hidrológico e Hidrogeológico del Proyecto Maipo, CNR-IPLA 1984 y (2) Modelo de Simulación Operacional cuencas de los ríos Maipo-Mapocho, DGA-CNR 2001 (REF2).

Para el análisis, corrección y ampliación de las estadísticas pluviométricas, fueron consideradas 52 estaciones pluviométricas existentes en la cuenca y en cuencas vecinas, y básicamente la metodología que se utilizó, en la REF1, consistió en: (1) análisis y corrección de las estadísticas pluviométricas de precipitaciones mensuales (1941-2000), (2) análisis y corrección de las precipitaciones anuales (1941-2000), (3) correlaciones gráficas de las precipitaciones anuales y (4) determinación del régimen pluviométrico de aquellas estaciones con más de 25 años de información. [Para mayor información y detalle del relleno y extensión de las estadísticas, remitirse al capítulo 5.4.1 del estudio de la REF1].

La caracterización a nivel de cuenca que se desprende del estudio, arroja para el sector del valle del Puangue-Melipilla, en base al cálculo de isoyetas medias anuales, para una probabilidad de excelencia de 50%, una precipitación media anual en un rango que varía entre 350 mm/año y 450 mm/año.

En la figura 5.1, se puede observar la imagen de las isoyetas que fueron proyectadas en el estudio de la REF1, para la zona del Puangue-Melipilla.

Figura 5.1: Isoyetas medias anuales, año normal (50% PPexc)
Sector Puangue-Melipilla
(Fuente: figura 5.4.1.9-1 estudio REF1)



5.1.2. Fluviometría

A pesar de que a nivel de cuenca, la DGA para la cuenca del río Maipo mantiene una gran cantidad de estaciones fluviométricas, en la subcuenca del estero Puangue sólo existen 4 estaciones con registros, de las cuales 2 de ellas permanecen aún vigentes. De las 2 vigentes, una corresponde a estación Maipo en Cabimbao (ubicada casi en la desembocadura) y la otra a la estación estero Puangue en ruta 78.

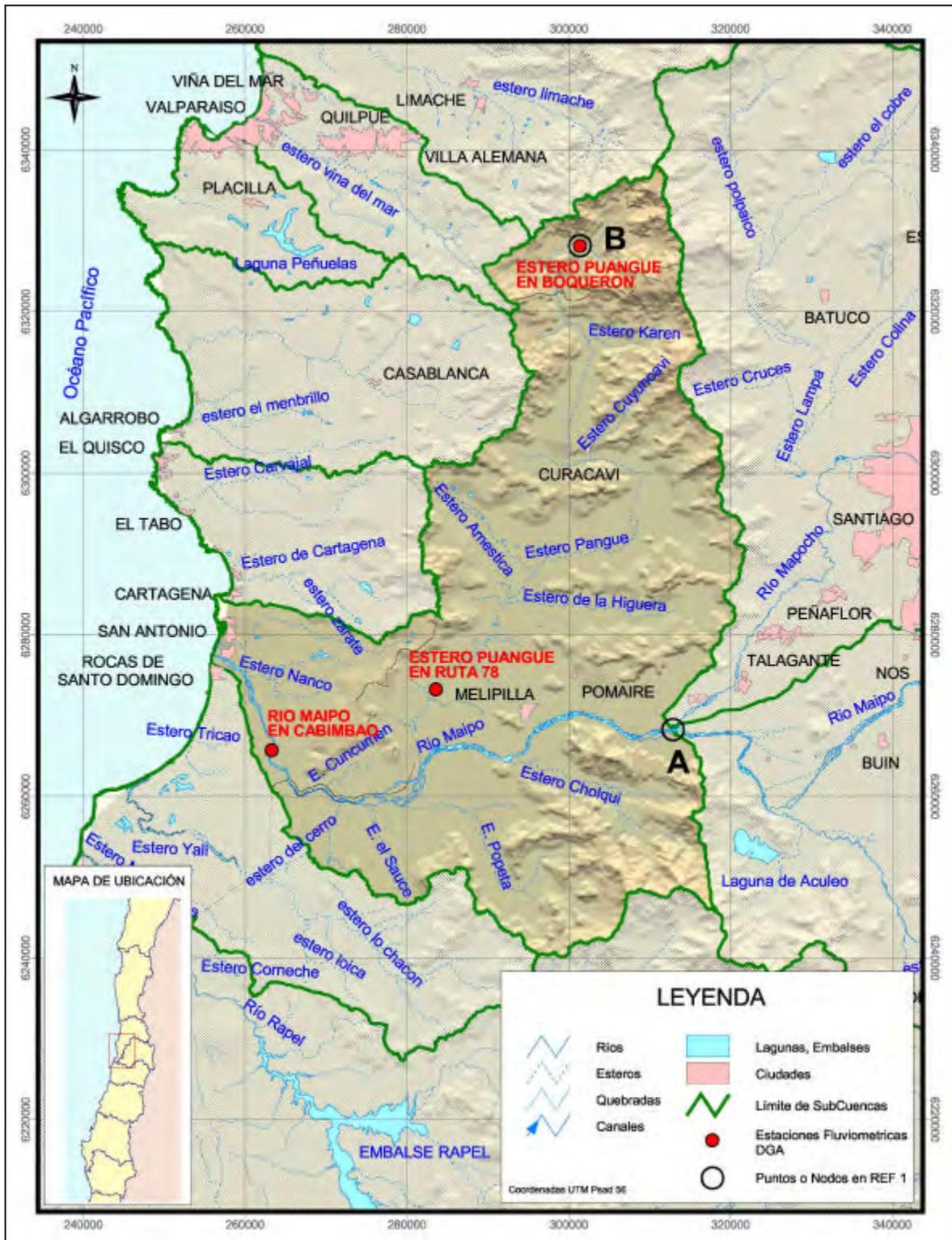
En el estudio de la REF1, fueron caracterizadas y obtenidas 4 estaciones en este sector, pero de ellas sólo Maipo en Cabimbao coincide con las estaciones que la DGA mide. De las otras 3 estaciones, 2 corresponden a puntos que fueron obtenidos a partir de información del Modelo Hidrológico construido por la DGA (REF2), y que, por lo tanto, son estimaciones medias mensuales y no registros observados. De todas maneras, con esta información se puede tener una noción de la caracterización pluviométrica y régimen que caracteriza a la subcuenca.

En la figura 5.2, se muestra la ubicación de las estaciones fluviométricas que mantiene la DGA y que caen dentro de la subcuenca en análisis y los puntos o nodos considerados en la modelación previa de la REF2. Asimismo, en ANEXO 1 de este informe, se presentan los caudales medios mensuales de las estaciones fluviométricas de la cuenca del estero Puangue.

Si se realiza un estimación para la subcuenca del estero Puangue, en relación con la escorrentía generada producto de la precipitación media anual, ésta corresponde aproximadamente al 35% del caudal promedio anual total que llega a la desembocadura, siempre y cuando toda el agua precipitada en Puangue-Melipilla se considerara como escorrentía superficial y los procesos de infiltración y precolación fueran nulos. Es decir, más de la mitad del aporte de la escorrentía superficial es producto del flujo aguas arriba de la confluencia de los ríos Maipo y Mapocho.

Según los antecedentes y valores de caudales medios mensuales calculados en los estudios de la REF1 y REF2, para el período comprendido entre 1950 y 1998, en la confluencia de los ríos Maipo y Mapocho (pto. A figura 5.2), es decir, en la condición de entrada superficial de nuestra zona de estudio, se produciría un caudal promedio anual de 110 m³/s considerando la información de caudales medios mensuales para todo este período. Para la condición de entrada al sistema Puangue (Pto B, figura 5.2), REF1, se genera un caudal promedio anual de 0,47 m³/s; y para Maipo en Cabimbao (condición de salida superficial), REF1, se indica que el caudal promedio anual es de 111 m³/s. Por otro lado, si se considera la información de los últimos 25 años, de los datos que registra la DGA en Maipo en Cabimbao, esta estación registra un caudal promedio anual mayor, igual a 148 m³/s.

Figura 5.2: Estaciones Fluviométricas y otros puntos en Puangue.



Existe en la DGA, además, la estación Puangue en Ruta 78, que se ubica en el estero Puangue, antes de la confluencia con el río Maipo y de los datos que maneja la DGA, para el período comprendido entre los años 1987 y 2004, el caudal promedio anual es de 16,19 m³/s.

De los datos anteriores, se puede deducir preliminarmente que en la zona baja del Puangue, donde confluye el estero Puangue y el río Maipo, se producirían afloramientos importantes desde el acuífero, lo cual se valida con la situación existente en la zona.

Con toda la información que se maneja, tanto los análisis y curvas de variación estacional realizados en los estudios de la REF1, REF2 y de los datos con que se cuentan para el presente estudio, se puede señalar que, para el caso de la Subcuenca del Maipo, entre Melipilla y la desembocadura, considerando la estación Maipo en Cabimbao en comparación con las curvas en la confluencia del río Maipo con Mapocho, el régimen de escorrentía que la caracteriza corresponde a una cuenca de comportamiento mixto, es decir, de componentes tanto pluviales como nivales, pero con una mayor componente pluvial. Para el resto de la subcuenca del estero Puangue, el régimen hidrológico es netamente pluvial, con caudales significativos sólo en los meses entre julio y septiembre. (REF1)

Por otra parte, según aforos para determinar pérdidas y/o recuperaciones, se tiene que en el tramo Chiñihue-Melipilla se producen recuperaciones en el caudal del río Maipo, en promedio este caudal es de 5.9 m³/s. Además, se estima que en el sector de Cabimbao, debido al estrechamiento del valle y al acercamiento del basamento rocoso a la superficie, casi todo el caudal escurre en forma superficial. (REF. 1)

5.2. HIDROGEOLOGÍA

El desarrollo de este capítulo también se basa en los antecedentes de la REF1, REF2 y además en la información contenida en los mapas geológicos del Sernageomin de 1996, para los sectores de Valparaíso-Curacaví (REF3) y San Antonio-Melipilla (REF4).

5.2.1. Geología y Geomorfología

Las rocas andesíticas presentes en esta cuenca serían de edad Jurásica e incluyen principalmente Tonalitas y Granodioritas de anfíbola (Jlt) y hornblenda (Jp), las cuales aparecen en el extremo norte de la subcuenca, y se encuentran atravesadas por un macizo de roca intrusiva granodiorítica del Cretácico (Kdgt, Kp, Kdp), que es característica de la Cordillera de la Costa. Ver figura 5.1.

En el sector medio e inferior de la cuenca, se encuentra una roca basal del mismo tipo, tonalitas y granodioritas, pero de edad paleozoica (Pzmg, Pzp), apareciendo regionalmente muy temporizada (capas de maicillo).

Por el norte, el relleno cuaternario, se encuentra representado por depósitos principalmente fluviales (Qf) y sedimentos coluviales (Qc) producto de pequeños conos de deyección en las cabeceras del estero principal. En el sector Medio del Puangue, se produce un ensanchamiento paulatino del valle, donde predominan los depósitos fluviales, principalmente antiguos, que se disponen en forma de terrazas fluvioaluviales, las cuales van disminuyendo su importancia hacia aguas abajo. Tanto en la zona media del Puangue, como en la parte final, donde se produce la junta del Estero Puangue con el río Maipo, se observan grandes extensiones de ceniza, dispuestas en forma subhorizontal en los valles del estero La Higuera y Puangue, la que corresponde a la Ignimbrita Pudahuel (Qip), del pleistoceno superior, depósito piroclástico de ceniza y lapilli, con una potencia máxima observada de 5 m. al Sur de Melipilla. (REF 3). La Ignimbrita Pudahuel (Qip) cubre depósitos aluviales y se encuentra disectada por los cursos fluviales, de los esteros Puangue, Popeta y del río Maipo.

Hacia el Sur y en el sector del río Maipo, se observan depósitos esencialmente fluviales (antiguos y actuales), a ambos costados del río Maipo, pero con una distribución más importante al norte de éste (Qfa). Estos depósitos se encuentran sobre rocas de edad Cretácica y Jurásica, que corresponden a parte de la formación Lo Prado (Klpm) y a la Formación Horqueta (Jh) respectivamente.

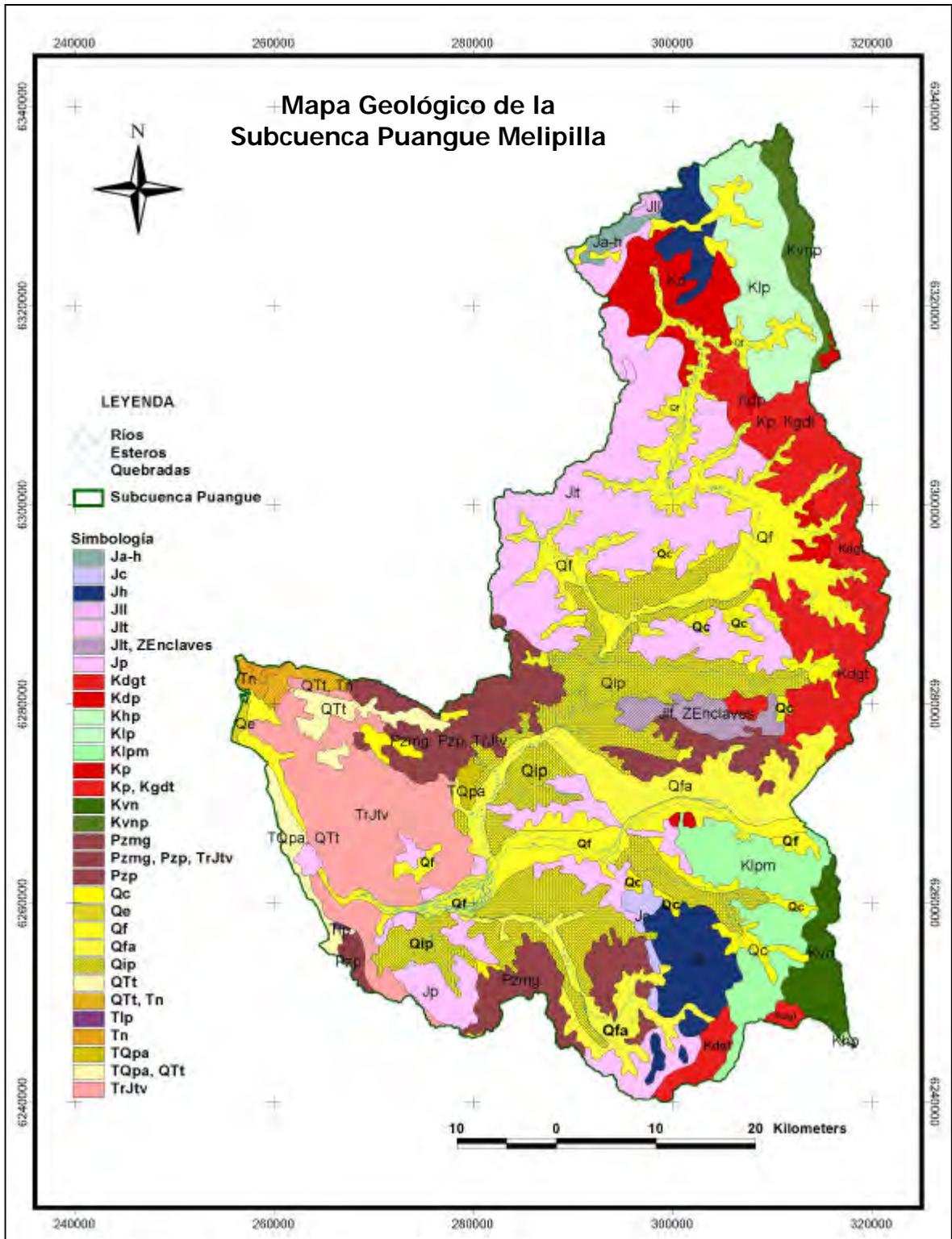


Figura 5.1: Geología en Subcuenca Puangue-Melipilla. DEP 2006.
(Elaboración propia, basado en REF 3 y REF4)

Tabla 5.1: Cuadro explicativo de simbología usada en figura 5.1

Codigo	Descripción-Tipo-Nombre	Edad Geológica
Qe	Depositos Litorales y Eolicos actuales	Cuaternario (holoceno)
Qf	Sedimentos Fluviales	Cuaternario (holoceno)
Qc	Sedimentos Coluviales	Cuaternario (holoceno)
Qfa	Sedimentos Fluviales Antiguos	Cuaternario (holoceno)
Qip	Ignimbrita Pudahuel	Cuaternario (pleistoceno)
QTt	Terrazas de Abrasión	Cuaternario (pleistoceno)
TQpa	Estratos de Potrero Alto	Terciario (neogeno)
Tn	Formación Navidad	Terciario (neogeno)
Tlp	Lava Las Pataguas	Terciario (neogeno)
Kdgt	Intrusivas	Cretácico Superior
Kdp	Intrusivas	Cretácico Superior
Khp	Estratos Horcon de Piedra	Cretacico Inferior
Kvn	Fm Veta Negra	Cretacico Inferior
Kvnp	Miembro Purehue, cretacico inferior	Cretacico Inferior
Klp	Fm Lo Prado	Cretacico Inferior
Klpm	Fm Lo Prado, Miembro Medio	Cretacico Inferior
Kp	Intrusivas	Cretacico Inferior
Jll	Intrusivas	Jurásico
Ja-h	Fm Ajial y Horqueta indiferenciadas	Jurásico
Jh	Fm Horqueta	Jurásico
Jc	Fm Cerro Calera	Jurásico
Jlt	Intrusivas	Jurásico
Jlt, ZEnclaves	Intrusivas con zona de enclaves	Jurásico
Jp	Intrusivas	Jurásico
TrJtv	Intrusivas	Triasico-Jurásico
Pzmg	Intrusivas	Paleozoico
Pzp	Intrusivas	Paleozoico

El sector sur de la subcuenca del Puangue, se ve caracterizado por recibir casi todos los aportes de sedimentos de la Cordillera de la Costa.

Al Sur y al Oeste de Melipilla, también encontramos la presencia de la Ignimbrita Pudahuel, especialmente en los valles tributarios de los esteros Popeta y Cholqui, cuyos depósitos se encuentran actualmente excavados por los cauces del río Maipú y sus esteros afluentes, desarrollando sobre éstos, depósitos fluviales. Los depósitos coluviales (Qc) constituidos por conos de deyección, están restringidos principalmente a las cabeceras y laderas de los valles de los esteros afluentes antes mencionados.

En la zona de la desembocadura, el valle principal se desarrolla en un estrecho cajón labrado paralelo a la traza del río, donde se presentan depósitos fluviales pero de escasa extensión areal. Tiene como afluentes principales, que irrumpen desde el noreste, a los esteros: Cuncumén, Leyda y El Sauce. Estos dos últimos descargan en las cercanías de la desembocadura del río Maipo y drenan superficies planas elevadas relacionadas a Terrazas de Abrasión Marina (QTt).

Los cursos de aguas ubicados al Norte del río Maipo, comenzaron a excavar sus valles a través de las trazas de fallas (REF 1), dando origen a la forma rectilínea con paredes abruptas y secciones estrechas en el sector cordillerano, erosionando los sectores de cabecera y depositando el material extraído hacia el valle principal del Maipo. Por otro lado, los esteros ubicados al sur del Maipo, como los esteros Cholqui y Popeta, presentan una situación morfológicamente distinta, definiendo valles más amplios y profundos. El origen provendría de fosas tectónicas menores que habrían sido rellenadas durante el cuaternario por flujos laháricos provenientes de la cordillera de los Andes.

5.2.2. Niveles de Aguas Subterráneas

La Dirección General de Agua mantiene un registro histórico de los niveles de agua subterránea en algunos puntos de la subcuenca y del país, con el fin de poder controlar la variación de los niveles.

En la figura 5.2 se presenta un mapa con los pozos de observación vigentes que monitorea la DGA y en la tabla 5.2 un detalle de cada uno de ellos.

Tabla 5.2: Nomina de Pozos de Observación de la DGA.

Nro Pozo	COD_BNA	NOMBRE	UTM_ESTE (Unidad SIG- DEP)	UTM_NORTE (Unidad SIG- DEP)	VIGENCIA	REGION
1	05744006-6	Fundo Lolenco	310710	6299801	Vigente	RM
2	05744004-K	Asentamiento Santa Emilia	304285	6294967	Vigente	RM
3	05744005-8	Fundo Santa Rita	308045	6294218	Vigente	RM
4	05744007-4	Fundo el Parron	306833	6292938	Vigente	RM
5	05744008-2	Fundo Baracaldo	302743	6290141	Vigente	RM
6	05745003-7	A. P. Bollenal	294884	6283880	Vigente	RM
7	05745002-9	Fundo San Patricio	306970	6281860	Vigente	RM
8	05746003-2	Matadero Pollos	283566	6272553	Vigente	RM
9	05740008-0	Industria Bata	297758	6271767	Vigente	RM
10	05740006-4	Parcela 7 Chinihue	307960	6269359	Vigente	RM
11	05740009-9	As. San Carlos Cholqui (2)	303385	6260116	Vigente	RM
12	05740007-2	As. San Carlos Cholqui (1)	304745	6259744	Vigente	RM
13	05747002-K	Asentamiento Popeta Las Mariposas	290776	6250035	Vigente	RM
14	05747004-6	As. San Miguel Popeta (2)	291520	6248845	Vigente	RM
15	05747006-2	As. Ignacio Serrano	292342	6248114	Vigente	RM
16	05747005-4	Asentamiento Tantehue	295110	6248043	Vigente	RM
17	05747003-8	As. San Miguel Popeta (1)	291794	6247647	Vigente	RM

(Fuente: Banco Nacional de Aguas, BNA 2006.)

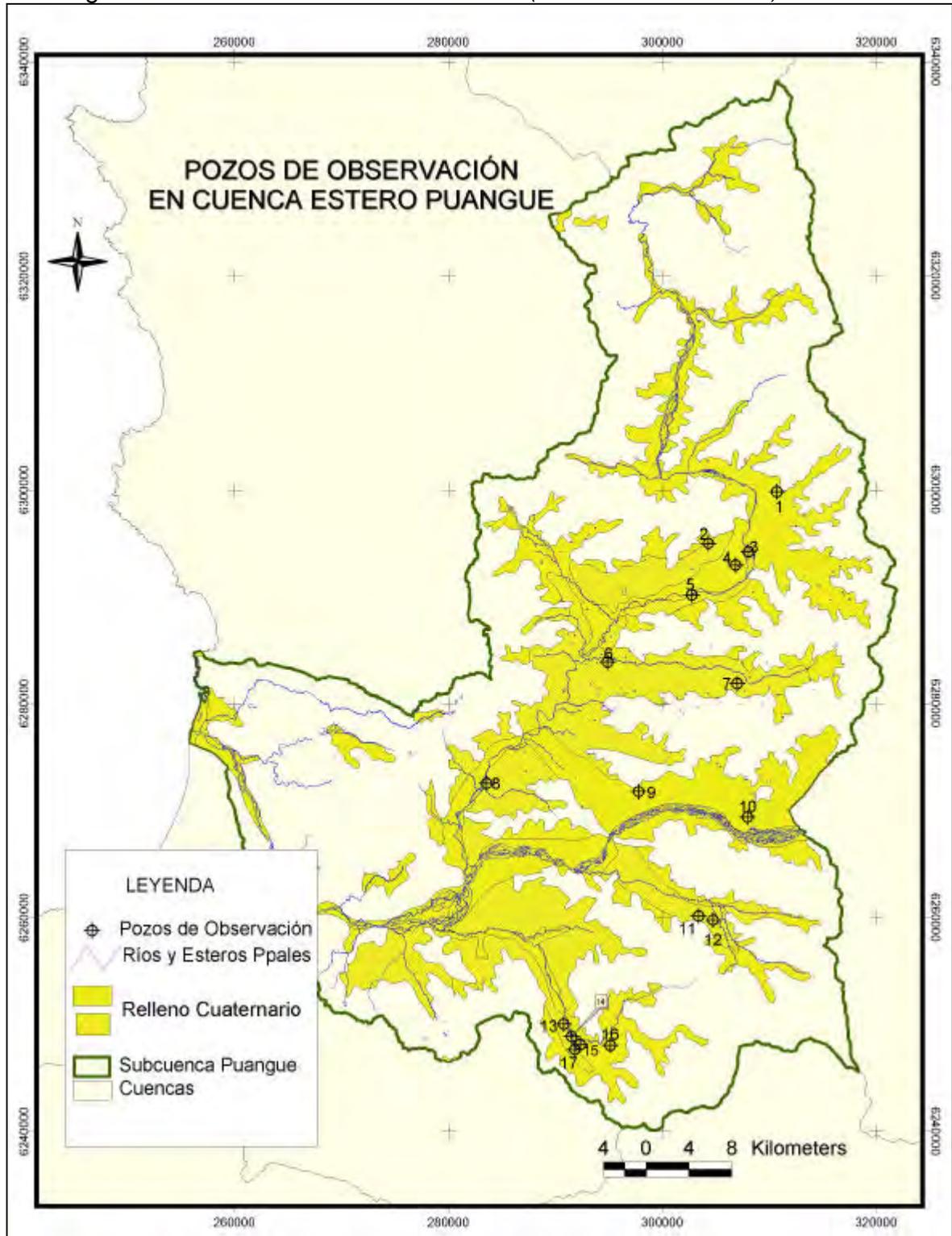
A continuación de la Figura 5.2, se presentan los gráficos de cada uno de los pozos de observación, separados por sector y en ANEXO 2, se presentan los registros históricos tabulares de los niveles observados.

Sector Puangue Norte: Curacaví-Maria Pinto

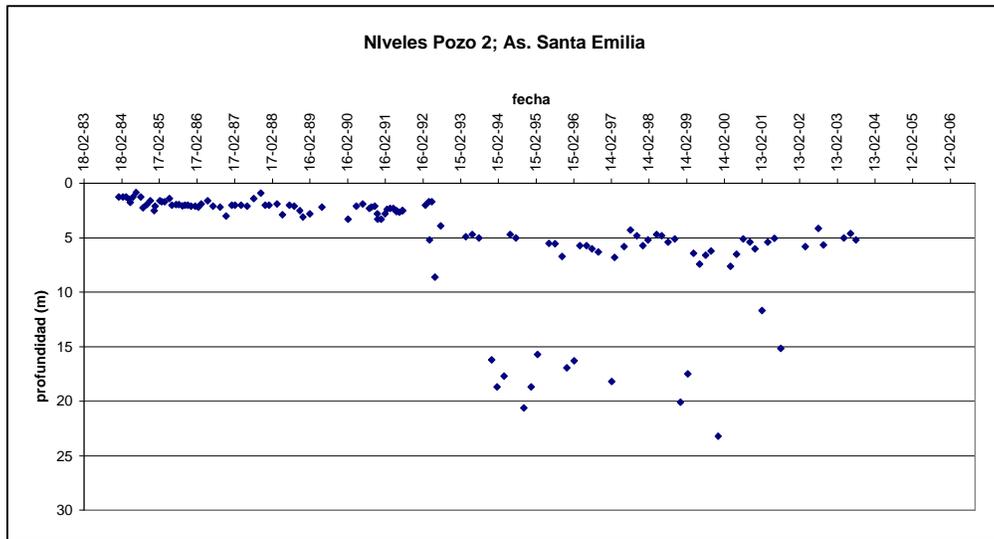
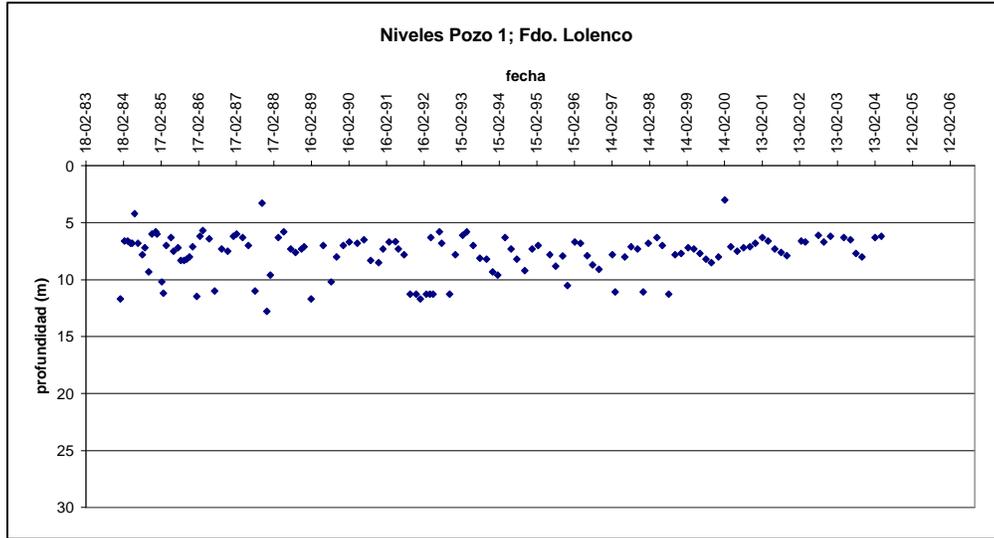
En el sector entre Curacaví y Maria Pinto, se ubican los pozos de observación del 1 al 5. Los pozos 1 y 2 presentan características similares, de profundidad de la napa que varía entre los 5 y los 7 metros considerados desde la superficie de cada uno de ellos. El pozo 2, presenta algunos registros en régimen dinámico, que hace que llegue hasta los 25 m. Sin embargo, y a pesar de su ubicación no tan central, el pozo 2 tiene la capacidad de estabilizarse y volver a profundidades de menos de 5 metros.

Los pozos 3, 4 y 5, se encuentran ubicados muy cerca del lecho del estero Puangue, y en una zona que se caracteriza por aflojamiento y presencia de pozos surgentes (Maria Pinto). Todos ellos presentan niveles someros, entre 2 y 3 m, a pesar del uso, por ej. del pozo 3.

Figura 5.2: Pozos de Observación DGA. (Fuente AMod-DGA 2006)

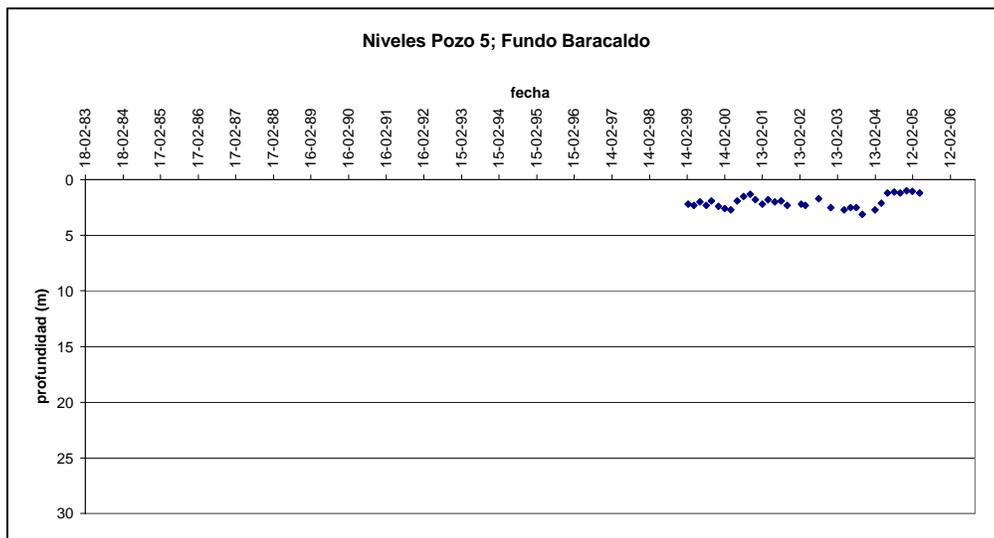
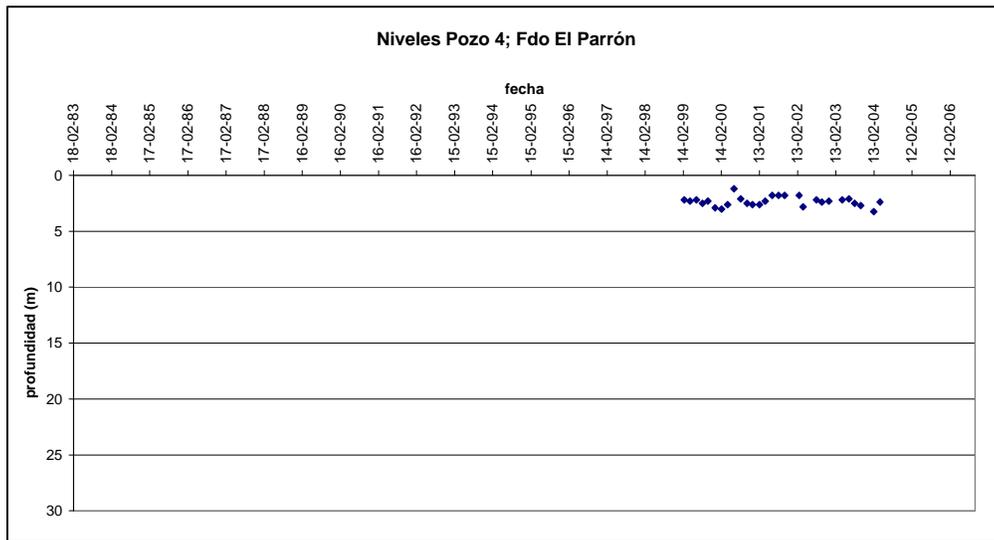
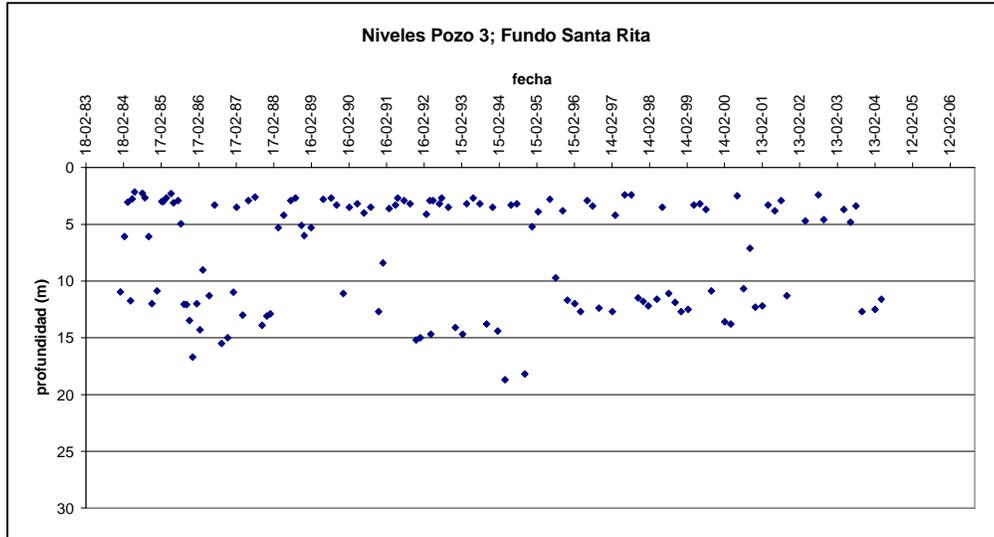


Sector Puangue Norte: Curacaví-Maria Pinto



El pozo 1, 2 y 3, presentan en el registro de los niveles del agua subterránea, mediciones en régimen dinámico, que se aprecian claramente de los gráficos.

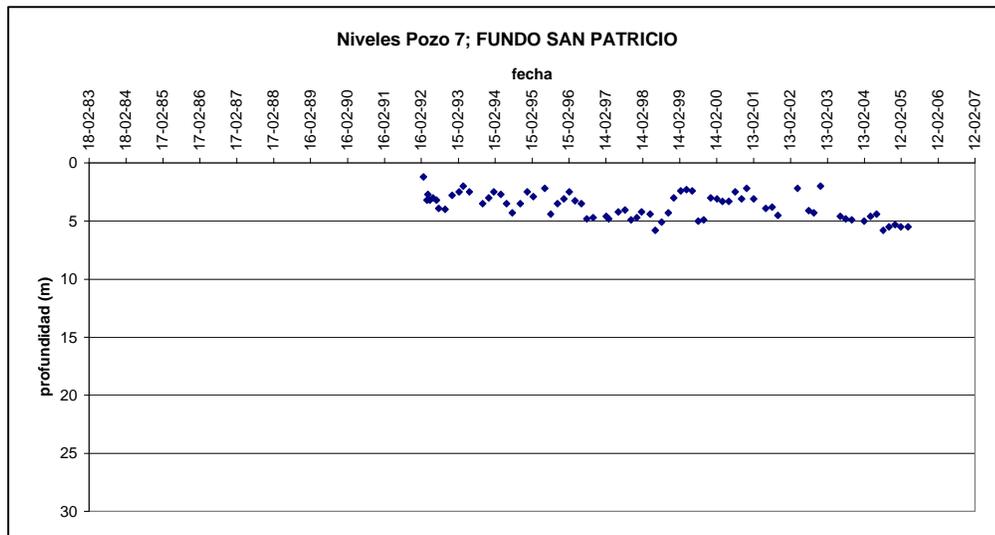
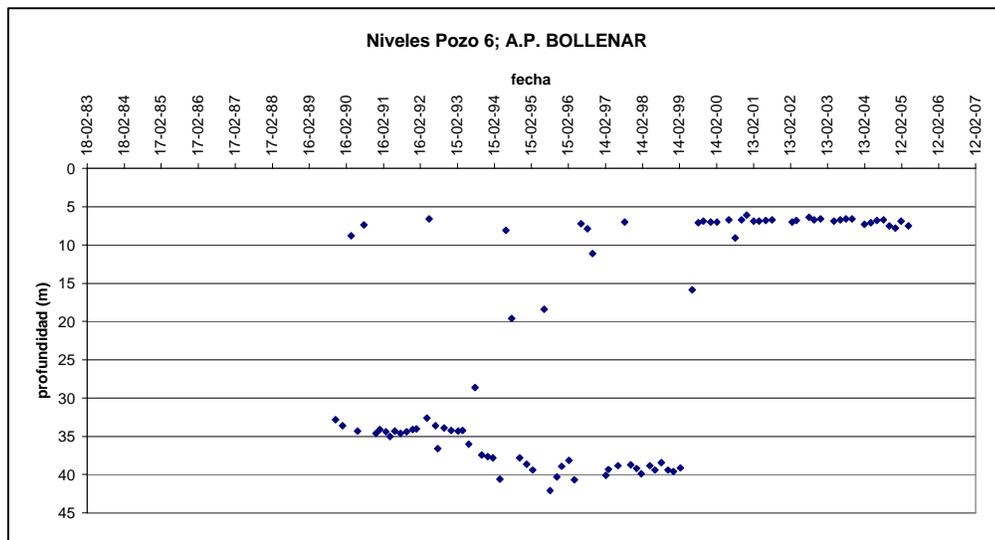
Sector Puangue Norte: Curacaví-Maria Pinto. Continuación.



Sector Puangue Medio: Zona Mallarauco, estero La Higuera.

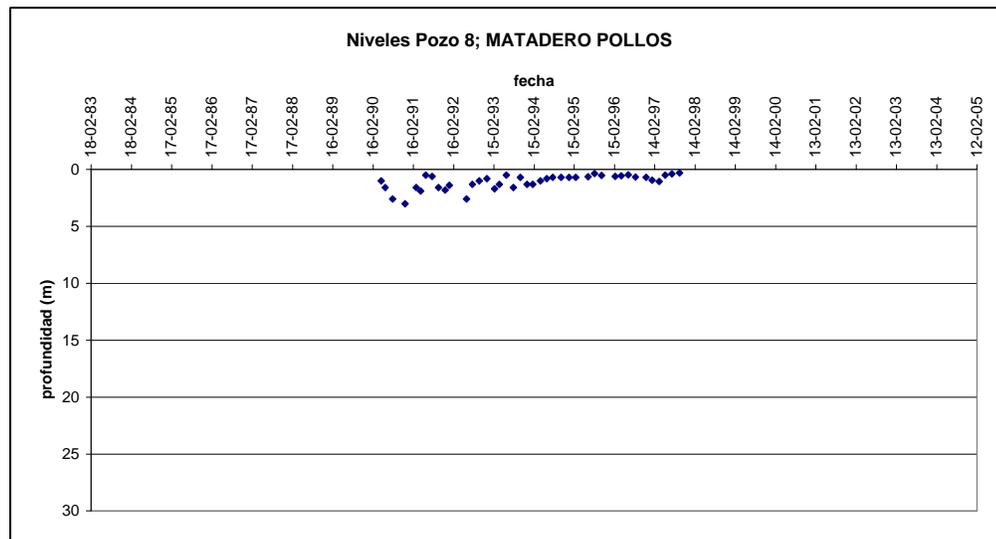
En este sector, los niveles estáticos fluctúan entre los 5 y 7 m. de profundidad. El pozo 6 se encuentra ubicado en el centro del valle, por lo que el acuífero, tiene más capacidad de regulación y a su vez, es más profundo. Del gráfico del Pozo 6, se pueden diferenciar los registros de niveles estáticos y dinámicos, donde los últimos alcanzan profundidades de hasta 40 m.

El pozo 7, se encuentra ubicado en el valle del estero La Higuera, y se puede apreciar la sensibilidad en el sector frente a la ubicación y a la hidrología del estrecho valle.



Sector Puangue Bajo: antes de la junta del Estero Puangue y río Maipo

El pozo 8 presenta niveles someros de agua subterránea, y debido a su ubicación y estrechez del sector antes de la confluencia, es que los niveles se presenten casi a nivel de terreno.

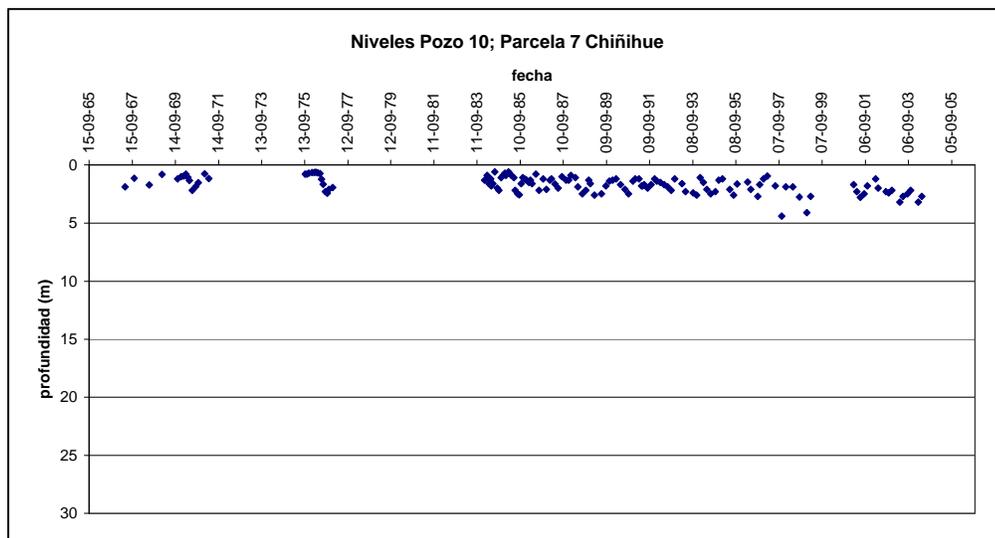
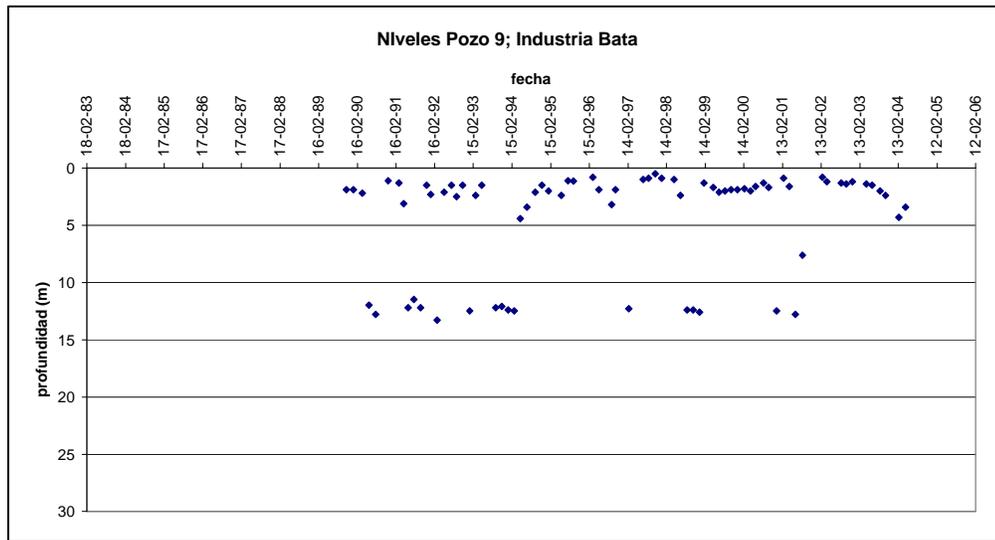


Sector Maipo: a la entrada Subcuenca estero Puangue

Los pozos de observación ubicados en el sector del río Maipo, presentan condiciones muy estables, con niveles freáticos estáticos entre los 0 y 5 metros.

Lo anterior se debe a la gran capacidad acuífera que existe con los aportes de los rellenos fluviales aportados por el río.

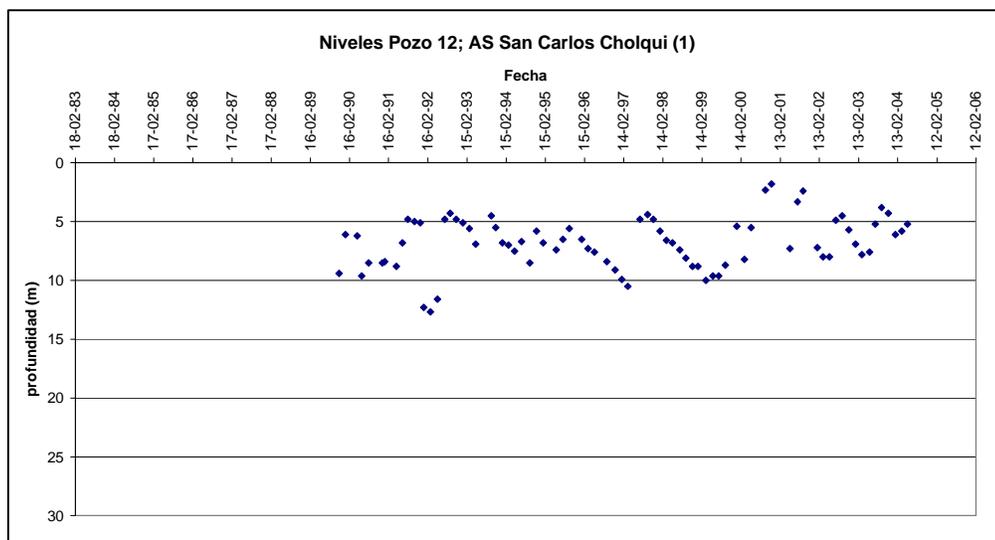
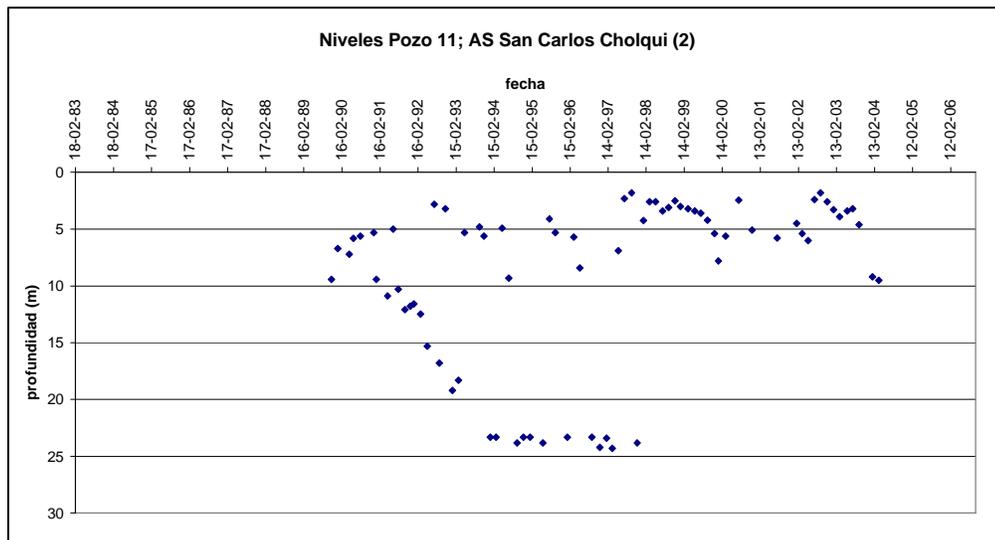
El pozo 9 presenta mediciones de niveles tanto estáticas como dinámicas.



Sector Cholqui: en valle estero Cholqui

El pozo 11, muestra registros de niveles dinámicos, pero a pesar de ello en la zona existe una capacidad de recuperación de acuerdo con el caudal extraído actual.

Los niveles estáticos fluctúan entre los 3 y 10 m, presentando una gran variabilidad temporal, influido por el régimen hidrológico, geomorfología y ubicación de los pozos. Sin embargo, los niveles se presentan estables a través del tiempo, es decir, sin tendencia al descenso.

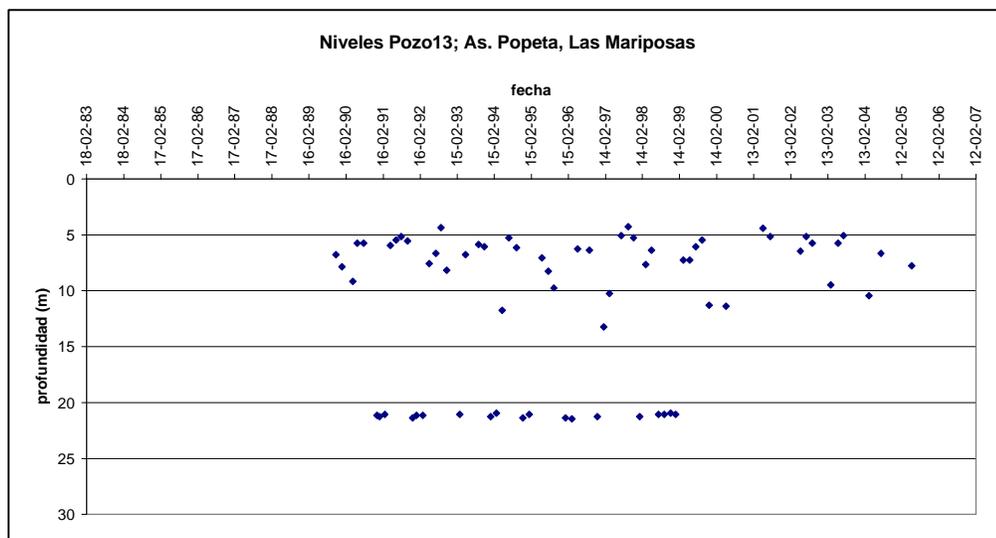
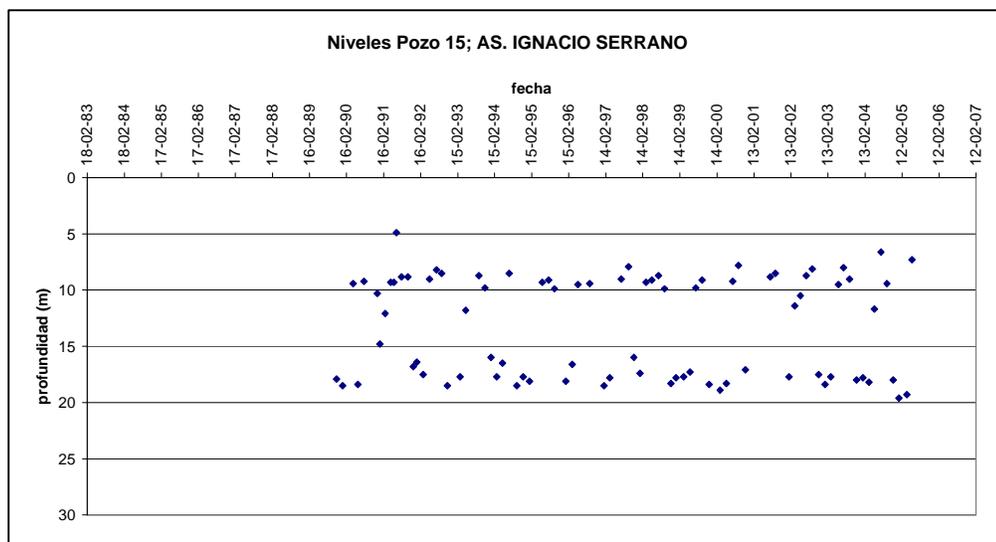


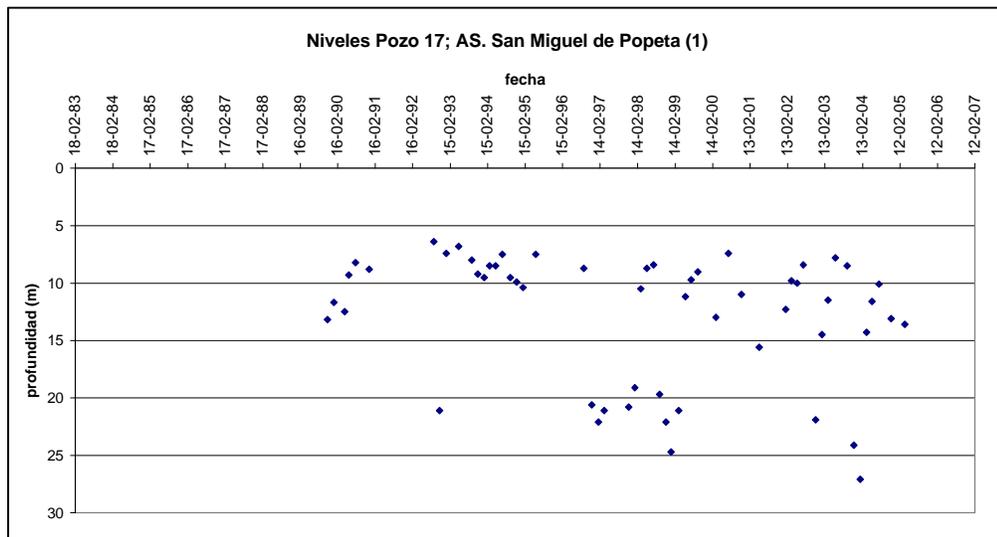
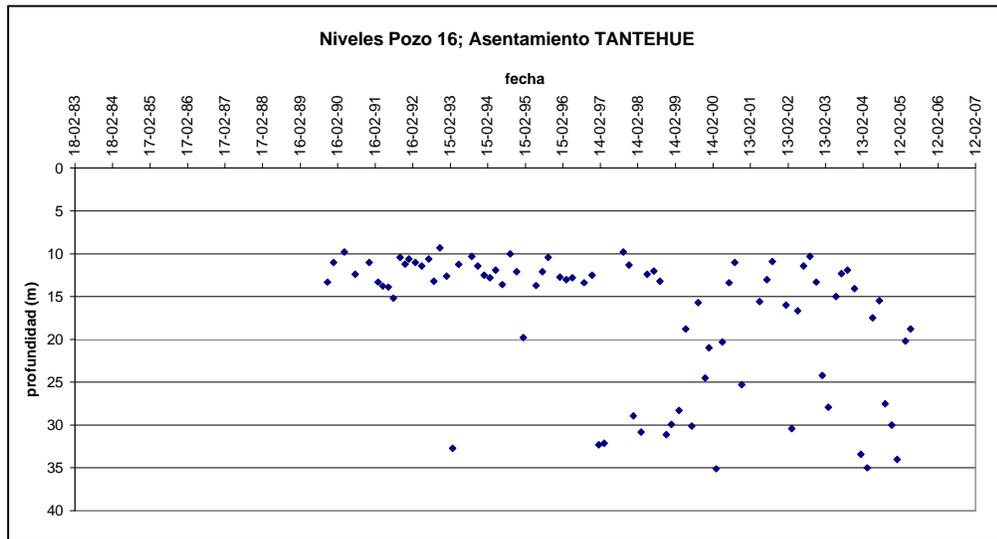
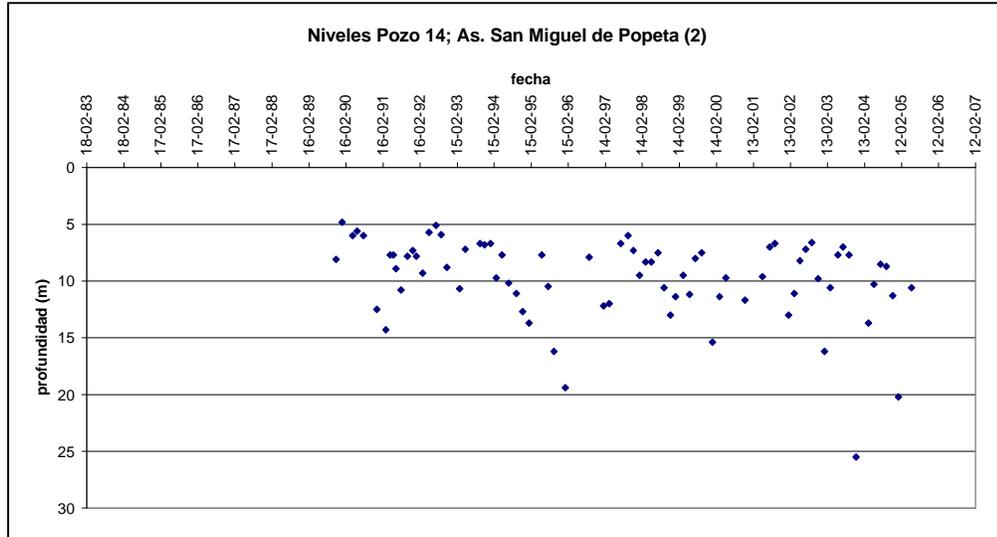
Sector Popeta: en valle estero Popeta

De similares condiciones que el sector de Cholqui, el valle de Popeta presenta niveles que son muy sensibles al régimen hidrológico pluvial existente en la zona, con registros que varían entre los 5 hasta 20 m de profundidad (pozo 16).

Cabe destacar que la ubicación de todos los pozos del sector es extrema, ubicándose todos en la cabecera del valle.

A pesar del uso de los pozos (se observan niveles dinámicos en la mayoría de los pozos), los niveles y el acuífero es capaz de recuperar los niveles históricos.





En general, los niveles de agua subterránea del sector del Puangue Melipilla, según los registros históricos que monitorea la DGA, reflejan para el valle una tendencia estable, a pesar del uso en el valle. Los niveles han permanecido a través de los últimos 20 años en la mayoría de los pozos entre los 0 y 5m., con excepción de los valles de Cholqui y Popeta, donde el régimen hidrológico, la geomorfología del sector y la ubicación de los pozos, hace que los niveles fluctúen entre los 10 y 20m de profundidad.

5.2.3. Bombeos y Catastros

Sobre la base del Catastro realizado, para pozos y norias de la cuenca del Maipo en el año 1998 en el estudio de la DGA-REF2, sumado 3 fuentes anteriores: (1) JICA-CNR 1999 y (2) Estudio Integral CNR 1998, (3) Información DGA; en el estudio de la CNR-REF1, se integró toda la información existente para determinar las captaciones que pertenecían al área de estudio.

El catastro obtenido, siguió el formato utilizado por el BNA de la DGA y se describe con detalle en las páginas 5-96 y 5-97 del estudio de la REF1. Además, en el estudio CNR-REF1 se completó la información con investigaciones de terreno.

Todas las fuentes de información, difieren en su formato de presentación, por lo que, la información final utilizada en este estudio, que corresponde a la información del estudio base CNR-REF1, contiene si bien no todo, pero lo mas completo de los bombeos actuales en la zona.

El Catastro, para el sector de la cuenca del Puangue, incluye un total de 418 sondajes, los cuales se pueden observar en la figura 5.3.

De acuerdo a la REF1, el número total de sondajes se divide según su uso de la manera que se indica en la tabla 5.3.

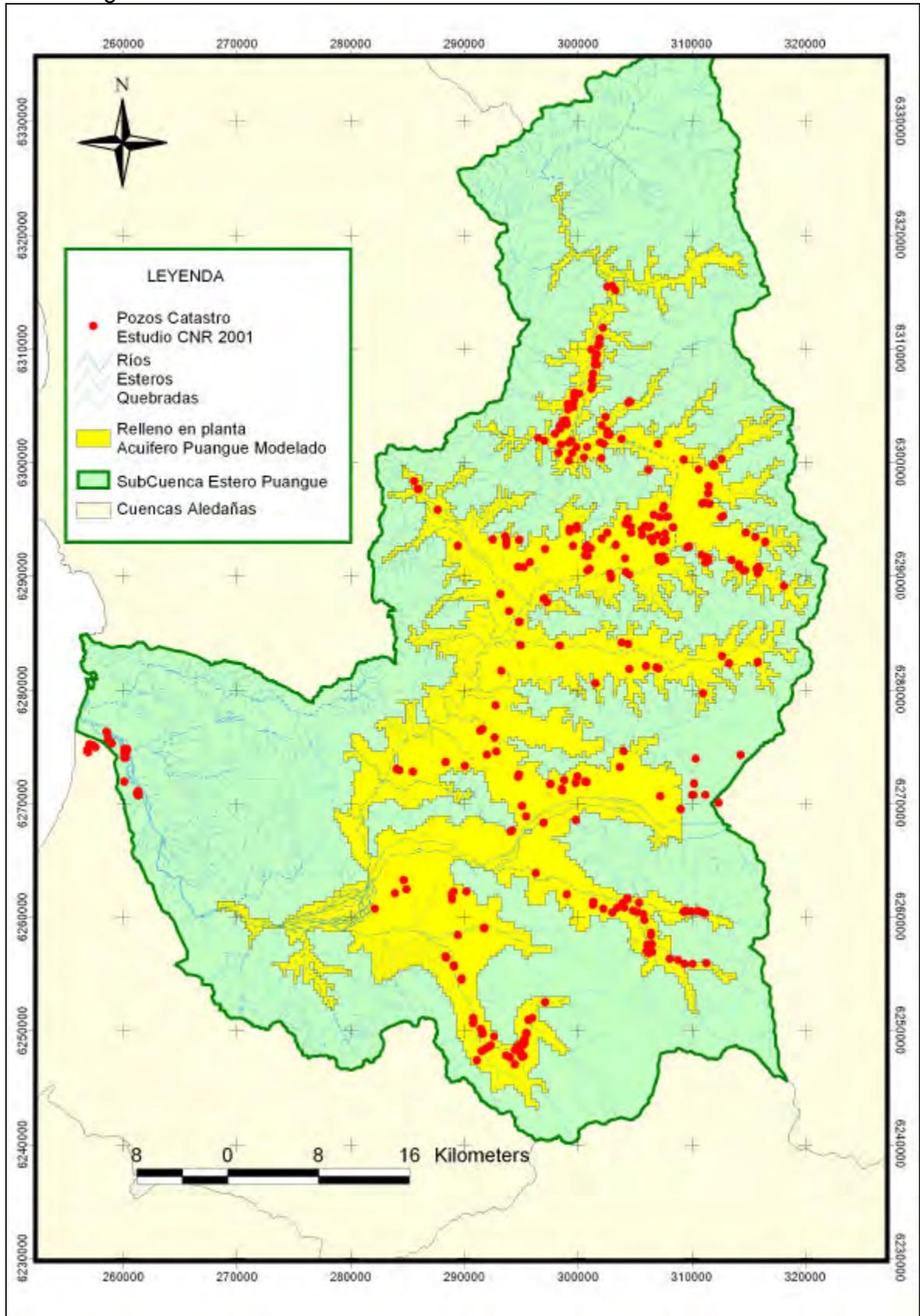
De acuerdo a la información de la tabla 5.3, el principal uso en la cuenca es el uso de riego, el cual alcanza el 71% en comparación con el total de los pozos. El uso de Agua Potable le sigue en importancia, especialmente en zonas rurales que se abastecen de pozos.

Cabe destacar que zonas que antes eran de uso de suelo agrícola, en los últimos años se han destinado a parcelas residenciales, como lo son por ejemplo, las zonas de María Pinto y Curacaví, lo cual ha producido una disminución en la demanda agrícola del valle.

Tabla 5.3: Resumen catastro de captaciones en cuenca del estero Puangue. (Fuente: Cuadro 5.4.3.3-1 REF1)

TIPO DE USO	CÓDIGO	NRO DE CAPTACIONES	% del total
Riego	R	298	71
Riego Abandonado	R-AB	10	2
Riego Sin Uso	R-SU	14	3
Potable	P	54	13
Potable Abandonado	P-AB	4	1
Potable Sin Uso	P-SU	11	3
Industrial	I	10	2
Industrial y Potable	I-AP	9	2
Industrial Abandonado	I-AB	6	1
Minero	M	1	0
Sin Uso	S-U	1	0
Sin Información	S-I	0	0
TOTAL		418	

Figura 5.3: Pozos Catastrados considerados en la modelación.



5.2.4. Formaciones Acuíferas

Este capítulo utiliza como base para la descripción de las formaciones acuíferas del valle, los mismos estudios antes mencionados, REF 1 y REF2 principalmente. Además se recurrió a complementar la información con antecedentes estratigráficos existentes en los expedientes de la DGA ingresados con fecha posterior al año 1998. De esta forma, se contó con información estratigráfica adicional al estudio anterior, en total 23 nuevos pozos con antecedentes. La tabla 5.4 indica el número de expediente, ubicación y profundidad de estos pozos.

Tabla 5.4: Pozos del año 2000 en adelante con antecedentes de estratigrafía

EXPEDIENTE	COORDENADAS UTM		PROFUNDIDAD (m)
	NORTE	ESTE	
ND-1305-794	6250235	292178	55
ND-1305-807	6286828	295380	50
ND-1305-808	6292538	307109	80
ND-1305-813	6274843	299747	80
ND-1305-817	6317500	294046	42
ND-1305-817	6317429	293995	42
ND-1305-816	6315040	302600	55
ND-1305-867	6306639	299733	41
ND-1305-869	6310833	301108	19.5
ND-1305-869	6309543	301118	20
BD-1305-876	6269549	285139	42
BD-1305-876	6269703	285161	42
ND-1305-832	628825	293390	72.5
ND-1305-832	6288630	293290	95.5
ND-1305-832	6288500	293815	83.5
ND-1305-836	6273200	290400	71.1
ND-1305-779	6287251	320024	70
ND-1305-845	6263771	294267	24
ND-1305-851	6292997	299302	80
ND-1305-806	6287572	296140	85
ND-1305-806	6287838	295968	84
ND-1305-806	6287616	295814	78
ND-1305-815	6294000	306120	25

Teniendo en consideración lo anterior y las figuras presentadas en el estudio de la REF1, correspondientes a perfiles longitudinales y transversales realizadas para secciones del valle del estero Puangue y del río Maipo, se puede indicar que:

- Para el sector del valle del estero **Puangue superior**, aguas arriba de la desembocadura del estero Cuyuncaví, las máximas potencias alcanzarían alrededor de 65 m al norte de Curacaví (ver figura 5.2).
- Hacia aguas abajo del valle, el relleno sedimentario muestra una tendencia a aumentar en potencia, encontrándose profundidades de 180 m, sin detectarse la presencia del basamento rocoso.
- En la mayoría de los pozos del Puangue Superior se verifica la presencia de un acuífero de importancia dentro de los primeros 20m. de profundidad. Estos sedimentos conforman estratos de espesor variable que varían entre los primeros 20m. de profundidad como máximo. Los materiales del estrato lo constituyen bolones, grava y arenas de variada granulometría, posibilitando la existencia de napas libres y semiconfinadas.
- En la **zona del Puangue medio**, esto es entre la confluencia del estero Cuyuncaví y la desembocadura de los esteros Améstica y Mariposas (ver figura 5.2), se caracteriza por potencias del relleno sedimentario que sobrepasan los 90m.
- En esta zona, Puangue medio, se distinguen 2 zonas acuíferas o estratos. La primera superficial, hasta una profundidad de unos 40m. aproximadamente y un segundo estrato, ubicado subyaciendo el anterior. En ambas zonas aparece la existencia de intercalaciones de material permeable en matrices semipermeables e impermeables que originan napas de naturaleza confinada.
- En el sector de la localidad de María Pinto, dentro de este mismo sector Puangue medio, al suroriente de los Rulos, la potencia del relleno disminuye hacia la cabecera de este valle, y se observa que la roca se alcanza a una profundidad de 50m.
- En la **zona del Puangue bajo**, entre la confluencia del estero Puangue con estero Améstica y la desembocadura del estero Puangue al río Maipo, específicamente en el valle del estero la Higuera, sector de Mallarauco, la situación no varía significativamente. En este valle los pozos del sector permiten visualizar un relleno sedimentario que sobrepasa los 80m. en la parte central, y hacia la cabecera, la roca basal aparece a un poco más de los 40m. de profundidad. Se detecta la presencia de formaciones acuíferas constituidas por varios estratos de material arenoso, separados por capas de arcilla, ubicados a distintas profundidades con espesores de unos pocos metros.

- Según el plano geológico, figura 5.1, gran porción de este sector se encuentra cubierto por el relleno de ceniza, ignimbrita pudahuel, la que cubre el estrato más productivo, pero de características no impermeables, lo que se refleja en los niveles observados, casi a nivel de terreno.
- En el **sector del río Maipo**, cerca de la localidad de Melipilla, los estratos permeables de mayor importancia presentan espesores de 40m. (superficiales) y la roca basal se ha detectado a profundidades que superan los 270m.
- Dentro del mismo sector, pero para el valle del estero Cholqui, se puede indicar que las formaciones acuíferas más importantes se encuentran entre los 15 a 20m de profundidad. Los materiales que constituyen el relleno, corresponden a gravas con bolones, arena y en algunos casos con algo de arcilla, que conforman capas de espesores variables, pero menores a los 15m., separadas por estratos de material impermeable arcilloso o semipermeable con algún porcentaje de arena, lo cual le confiere cierto grado de semiconfinamiento a las napas del este lugar. Los sondajes más profundos del sector indican una potencia del relleno que alcanzaría los 150m., para la zona más aguas abajo de este valle, casi en la confluencia del estero Cholqui con el río Maipo.
- Para el valle del estero Popeta y su afluente el estero Tantehue, se observa la presencia superficial de arcillas y limos, y subyaciendo a este estrato, se encuentra un estrato permeable de arenas, grava y gravillas, que en la parte más profunda con mayor contenido de arcillas. El espesor del relleno sedimentario estaría en promedio cerca de los 100m. de profundidad.
- La estratigrafía de pozos muestra la presencia de acuíferos confinados por estratos arcillosos a partir de los 20m. de profundidad aproximadamente.
- Entre la zona de confluencia de los valles de Cholqui y Popeta, se establece la presencia de un acuífero confinado bajo los 10m. de profundidad compuesto por grava, arena y algo de bolones; a partir de los 20m. aparecería un estrato arenoso con limo, el cual reviste escasa importancia como acuífero.

5.2.5. Parámetros Elásticos

En el acuífero del Estero Puangue, se detectan 2 zonas de alta transmisibilidad, considerando transmisibilidad alta a $T > 800 \text{ m}^2/\text{d}$, y con permeabilidades que varían entre 3×10^{-3} y $1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ (260 – 864 m/d), según todos los antecedentes considerados. Éstas se encontrarían (zona 1) en la zona aguas arriba de la localidad de María Pinto y (zona 2) al norte de la ciudad de Curacaví.

El segundo sector en importancia, con transmisibilidades que varían entre los 400 y 800 m^2/d , se extiende a lo largo del valle principal, desde Curacaví hasta unos 4 km aguas abajo de María Pinto. Este sector encierra en sus 2 extremos las áreas de altas transmisibilidades descritas en el párrafo anterior. El rango de permeabilidades en este sector varía entre 2×10^{-4} y $1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$. (17.3 – 86.4 m/d respectivamente)

El resto del Puangue, sectores medio e inferior, presentan zonas de isotransmisibilidades que varían desde 0 hasta 100 m^2/d y desde 100 hasta 400 m^2/d , asociados a acuíferos cuya permeabilidad varía entre los 10^{-5} y 10^{-4} m/s (0.9 – 10 m/d). Los rangos de transmisibilidad, quedan circunscritos a áreas limitadas paralelamente por la línea de contacto roca relleno y el valle principal.

Para el sector de Puangue superior, aguas arriba de Curacaví, no existe información suficiente como para inferir rangos de transmisibilidades. Sin embargo, considerando la naturaleza estrecha del valle y la tendencia a la disminución que muestra la potencia del relleno, se podría indicar que las transmisibilidades podrían variar entre 0 y 100 m^2/d y las permeabilidades entre 0.5×10^{-5} y $5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (0.05 – 4 m/d).

Para el sector del río Maipo, se puede indicar que los valles de Cholqui y Popeta, son los que presentan las transmisibilidades mas altas, pero de rangos muy amplios. Para el valle de Cholqui, el rango de transmisibilidad se mueve entre 150 y 2000 m^2/d , con valores medios entre 200 y 400 m^2/d , y de permeabilidades asociadas a estos últimos entre 2×10^{-4} y $4 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ (17.3 – 34.5 m/d).

Para el valle de Popeta, el rango de transmisibilidades es entre 300 y 1000 m^2/d . En sondajes profundos se presentan transmisibilidades entre 500 y 700 m^2/d . Estos últimos valores son producto principalmente de las altas permeabilidades de los acuíferos superiores atravesados, los cuales están comprendidos entre 2×10^{-4} y $1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ (17.3 – 86.4 m/d).

Para el valle central del río Maipo, en el área de estudio, se presentan rangos de transmisibilidades entre 50 y 420 m^2/d . Este rango se mantiene a medida que se recorre aguas abajo. Cerca de la localidad de Lollole ha sido

posible estimar valores de T entre 20 y 500 m²/d, con valores más frecuentes de 250 y 400 m²/d. Estimaciones efectuadas de la permeabilidad de los acuíferos permiten asignar valores del orden de 3×10^{-4} m/s (25.9 m/d) para el acuífero superficial y entre 2×10^{-5} y 2×10^{-4} m/s (1.7 – 17 m/d) para el más profundo.

Para el parámetro elástico Sy, coeficiente de almacenamiento, debido a que no se dispone de suficiente información, no se puede inferir valores por zona o sectores. Para acuíferos libres, en bibliografía, se acostumbra a definirlo entre rangos que varían entre 0.05 y 0.20.

6. SITUACIÓN Y DIAGNÓSTICO MODELO BASE

El Modelo base utilizado, es el correspondiente al **Modelo Hidrogeológico de la zona de Puangue Melipilla**, implementado por la CNR en el año 2001, a través del Estudio (REF 1): “Estudio Integral de Optimización del Regadío de la 3^{era} Sección del Río Maipo y Valles de Yali y Alhué”.

En la REF 1 se encuentra caracterizado con detalle el estado del modelo hidrogeológico utilizado, pero en términos generales, se pueden señalar algunas de las características del modelo hidrogeológico original considerado, como son:

- a) El acuífero se encuentra modelado con un sólo estrato o capa, de tipo acuífero libre.
- b) El período de calibración comprende 1826 días, los que comienzan el 01 de enero de 1995 hasta el 01 de enero del año 2000, con períodos de estrés definidos mensualmente, 60 períodos de stress en total.
- c) El espesor de la única capa, es de 100 metros homogéneo para toda la extensión del relleno modelado, que sigue la forma de la topografía.
- d) La superficie en planta del relleno acuífero, sigue la conformación de la geología y de los rellenos más actuales (cuaternario) y además de la cartografía de las curvas IGM 1:50.000.
- e) La distribución de las permeabilidades (conductividad hidráulica) K, se utilizó un valor K equivalente correspondiente en todo el espesor acuífero. Los valores de K varían entre 0.002 m/s, en la parte central, y 0.000001 m/s, en los bordes de cerros, y su distribución espacial es representativa de los datos informados en el estudio de la REF 1. Ver figura 6.1 (Figura 6.2.1.8-1, Vol1, de la REF 1)
- f) El Coeficiente de almacenamiento adoptado, S_y , fue de 5%, existiendo tres zonas donde alcanza al 10%, estas son: el estero Puangue en sector de María Pinto, zona alta de Cholqui y zona alta de sector Popeta. Ver figura 6.2. (Figura 6.2.1.8-2, Vol 1, de la REF 1)
- g) En el tema de la recarga al sistema, existe una distribución de recargas en la que se distinguen 8 sectores o zonas, cada una con sus respectivos caudales de recarga ingresados al sistema acuífero. Para la obtención de la Recarga se utilizó dentro del mismo estudio un modelo operacional superficial de escala mensual, el cual está programado en Visual Basic 6.0, y el cual fue simulado desde 1950 a 1998. Sin embargo, las recargas calculadas e Ingresadas al modelo hidrogeológico corresponden a una señal que varía mensualmente (abr-

mar) pero homogénea a través de un promedio mensual, el cual se mantiene parejo año a año, desde ene1995 a dic1999.

- h) Las condiciones de borde del modelo base, consisten en condiciones tipo río “river” y tipo nivel constante “constant head”.
- La condición tipo river está definida en los cursos de los esteros Puangue, Las Higueras, Cholqui y Popeta y en el curso del río Maipo. En los esteros se han definido conductancias para el lecho de éstos que varían entre 500 (m^2/d) y 1000 (m^2/d), mientras que en el río Maipo la conductancia asignada para el lecho va entre los 5.000 (m^2/d) y los 10.000 (m^2/d).
 - Hay definidas 2 condiciones de nivel constante, ambas en el curso del río Maipo. La primera de ellas esta definida como condición de entrada al modelo, es decir, representa el flujo entrante en forma subterránea desde aguas arriba (sector El Monte del modelo Maipo) y está representado con un nivel constante de 233.2 (m) para todo el período. La otra condición de nivel constante representa el flujo subterráneo saliente del modelo, en la desembocadura y está definida con un nivel de 40.5 (m) también para todo el período de calibración.

Existe un modelo hidrogeológico, desarrollado por la Dirección General de Aguas año 2000, REF 2, para el acuífero del Maipo-Mapocho, el cual limita aguas arriba del cauce del río Maipo del actual modelo Base de la CNR. Estos 2 modelos, por consiguiente, deben ser coherentes tanto en sus condiciones de borde (flujos subterráneos), como en los parámetros que caractericen al acuífero, por lo que, siendo ese uno de los objetivos del presente estudio, es que además, se puede señalar que la condición de borde del Modelo Maipo a la salida, posee variabilidad de celda en celda, pasando de 224 (m) a 231 (m) (de nivel constante), entregando un caudal de salida promedio de 2,465 (m^3/s), mientras que la condición de nivel constante de entrada del modelo Puangue-Melipilla está fija en 233.2 (m) y aporta un caudal promedio de 1,124 (m^3/s).

La calibración del modelo base (REF 1) se realizó teniendo en cuenta los niveles observados en 12 pozos de observación controlados por la DGA. Al observar los datos de niveles se aprecia una gran variabilidad de los niveles, lo que lleva a suponer que los pozos en cuestión son pozos de bombeo, por lo tanto, habría ocasiones en que los niveles medidos corresponderían a niveles dinámicos, ya que no muestran una tendencia única de descenso o recuperación. Además, en 5 de los 12 pozos existen niveles observados solo hasta el día 804, de un total de 1826 días, sin embargo, en el registro del BNA existen observaciones para el resto del período en los pozos en cuestión.

Todo lo anteriormente descrito, para el Modelo Base REF1, es por una parte, con el fin de resumir las características del modelo base, y por otra parte, de señalar los puntos que se pretenden mejorar del modelo base, para obtener un modelo hidrogeológico del acuífero del Puangue-Melipilla mejorado, más detallado, actualizado y también que sea consistente con el modelo hidrogeológico del acuífero del MaipoMapocho, que actualmente maneja la DGA.

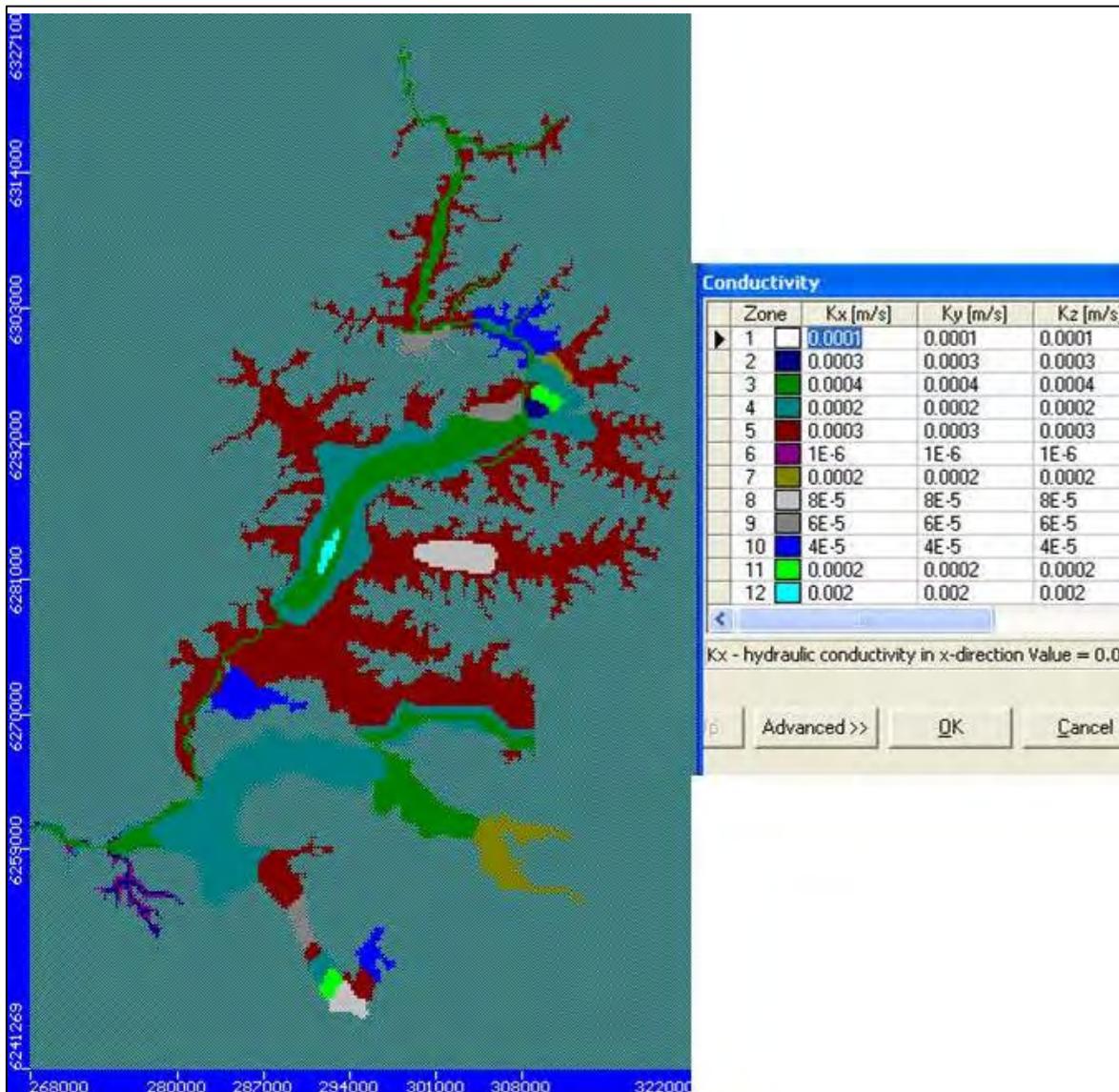


Figura 6.1: Distribución de Permeabilidades en modelo base.

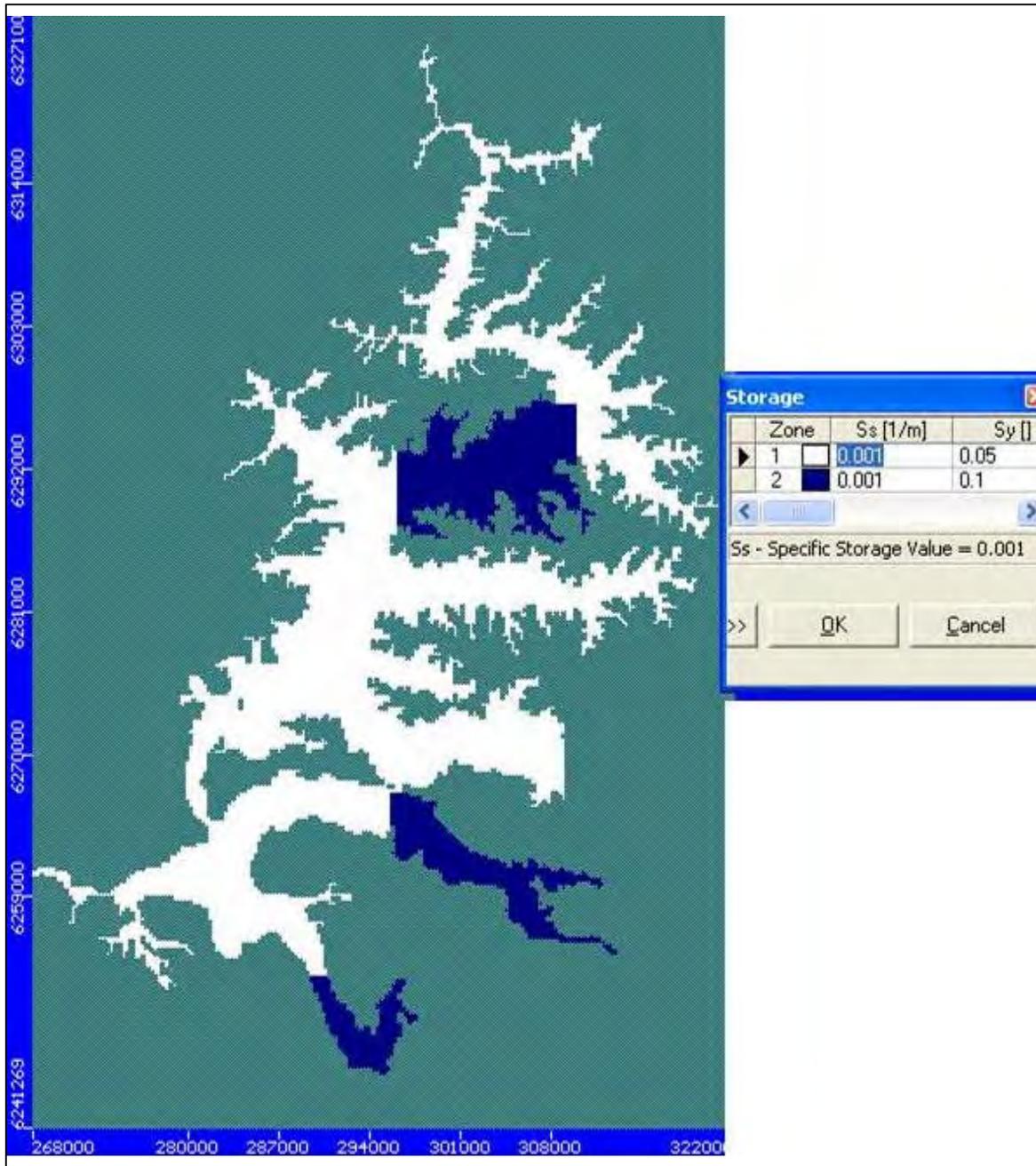


Figura 6.2: Distribución del Coef. de Almacenamiento en modelo base.

6.1. CORRECCIONES AL MODELO DE BASE

Considerando el estado del arte del Modelo Base (REF1) que se utiliza para este estudio, las acciones que se llevan a cabo para mejorar el modelo hidrogeológico del Puangue-Melipilla, se pueden resumir en los siguientes puntos:

- 1) Agregar datos a los pozos de observación que maneje la DGA, y agregar pozos cuando corresponda, incorporando sólo los datos de niveles estáticos para no generar ruido en los datos calibrados.
- 2) Evaluar el período de calibración y analizar la posibilidad de extender el periodo actual.
- 3) Reproducir la señal del caudal de salida del Modelo Maipo con la señal de entrada al modelo Puangue-Melipilla.
- 4) Afinar el espesor del relleno acuífero del modelo base. No se considera prudente establecer un espesor homogéneo de 100 m para todo el valle.
- 5) Evaluar la posibilidad de discretizar espacialmente en sentido vertical el acuífero.
- 6) Dejar consistentes los valores de los parámetros que sean afines tanto para el modelo hidrogeológico del MaipoMapocho y del PuangueMelipilla, esto es, conductancias de los ríos, niveles, permeabilidades, coeficientes de almacenamiento, etc.
- 7) Recalibrar el modelo hidrogeológico, para la nueva discretización y detalle y en base a la información del estudio de la REF 1 y en base a nueva información que existe en los archivos de la DGA.

7. MODELACIÓN HIDROGEOLÓGICA

7.1. ACTUALIZACIÓN DEL MODELO HIDROGEOLÓGICO

En base a las correcciones señaladas en el punto 6.1, a continuación se describen las metodologías de las mejoras realizadas al modelo base.

7.1.1. Evaluación Período de Calibración

Fue evaluada la posibilidad de extender el período de calibración, hasta el 2004, con el fin de obtener mayor cantidad de años de ajuste. Sin embargo, esta idea fue desechada debido a la obtención de la recarga, la cual, se trabaja en términos promedio con una señal que varía sólo en términos mensuales, pero año a año se repite la misma. Además, se considera importante contar con un período que sirva para validar el modelo.

Por lo anterior, el período de calibración seguirá siendo de enero 1995 hasta diciembre 1999, a nivel mensual.

7.1.2. Condiciones de Borde y parámetros elásticos

Lo básico es intentar que la señal de entrada del Modelo Puangue, reproduzca en términos del rango, lo que del modelo hidrogeológico Maipo se obtiene. Este punto se verá con mayor detalle en la calibración actualizada y corregida.

De la misma manera se analizarán los parámetros elásticos, donde además se considerará información nueva (posterior al 2000) tomada de los expedientes de derechos de agua que se manejen en la DGA.

7.1.3. Espesor y geometría del basamento

Este es quizás el punto de actualización y de mejora más importante realizada al modelo hidrogeológico. Teniendo en consideración la información presentada en los estudios de la REF1 y REF2, y lo que en este informe se resume de ello (Cap. 5.2.4), se considera muy básico manejar el espesor del estrato acuífero, homogéneo en 100m. para todo el valle del estero Puangue y parte baja del Maipo. Por un lado, porque se sabe que hay puntos en los que la roca se alcanza mucho antes (a los 50m.) y en otros donde el espesor es considerablemente mayor, como es el caso del relleno del río Maipo, entrada de la cuenca del Puangue, donde la roca se alcanza en alrededor de los 250m.; y por otro lado, porque claramente existe una diferenciación de 2 estratos, que corresponde la

primera a la capa de cenizas (Ignimbrita Pudahuel), con una permeabilidad menor al estrato inferior (el cual es más permeable) y que produce en algunas zonas el efecto de semiconfinamiento y velocidades de escurrimiento más lentas.

Debido a lo anterior, se realizó una interpolación con el Software Surfer 8.0, considerando puntos que representasen el valle del estero Puangue.

7.1.4. Niveles Observados

Como ya se indicó en el punto 6.1, se agregan y actualizan la mayor cantidad de puntos de observación de los niveles estáticos en la cuenca. Para ello, de las 17 estaciones de monitoreo subterránea, fueron incorporadas 12, las cuales ya estaban consideradas en el modelo original, pero esta vez fueron agregados puntos de medición, fueron extraídos los niveles dinámicos y corregidas las cotas del nivel, en base a la nueva topografía del terreno.

Las estaciones consideradas se presentan en la tabla 7.1. En Anexo 3, se presentan los valores de las cotas con que fueron incorporados al modelo actualizado.

Si bien, en el BNA existe información actualizada hasta el 2005, la información ingresada en la fase calibración, corresponde al período Enero 1995- Diciembre 1999. Los datos posteriores al año 1999, serán destinados a utilizarlos en la fase validación del modelo.

Tabla 7.1: Pozos de OBS DGA, considerados para la Modelación.

	COD_BNA	ID	NOMBRE	Código en Modelo Original	UTM_EST E PSad 56	UTM_NORT E PSad 56
1	05744006-6	1	Fundo Lolenco	D04	310710	6299801
2	05744005-8	3	Fundo Santa Rita	D03	308045	6294218
3	05744008-2	5	Fundo Baracaldo		302743	6290141
4	05745003-7	6	A. P. Bollenal	B01	294884	6283880
5	05745002-9	7	Fundo San Patricio	D01	306970	6281860
6	05746003-2	8	Matadero Pollos		283566	6272553
7	05740008-0	9	Industria Bata	B03	297758	6271767
8	05740006-4	10	Parcela 7 Chinihue	B01*	307960	6269359
9	05740007-2	12	As. San Carlos Cholqui (1)	C04	304745	6259744
10	05747002-K	13	Asentamiento Popeta Las M	A01	290776	6250035
11	05747006-2	15	As. Ignacio Serrano		292342	6248114
12	05747005-4	16	Asentamiento Tantehue	B01**	295110	6248043

7.2. CARACTERÍSTICAS MODELO ACTUALIZADO

7.2.1. Límites del Modelo

La zona considerada a modelar, corresponde al contacto roca-relleno de la cuenca del río Maipo, aguas abajo de la localidad de El Monte. Esta zona incluye las cuencas de los esteros Puangue, Cholqui y Popeta. La figura 7.1 muestra una vista en planta del área modelada.

La zona modelada se extiende entre los siguientes límites, expresados en coordenadas UTM, Datum PSA 56:

Límite Norte	: 6.325.000 Norte
Límite Sur	: 6.330.000 Norte
Límite Oriental	: 319.000 Este
Límite Occidental	: 268.000 Este

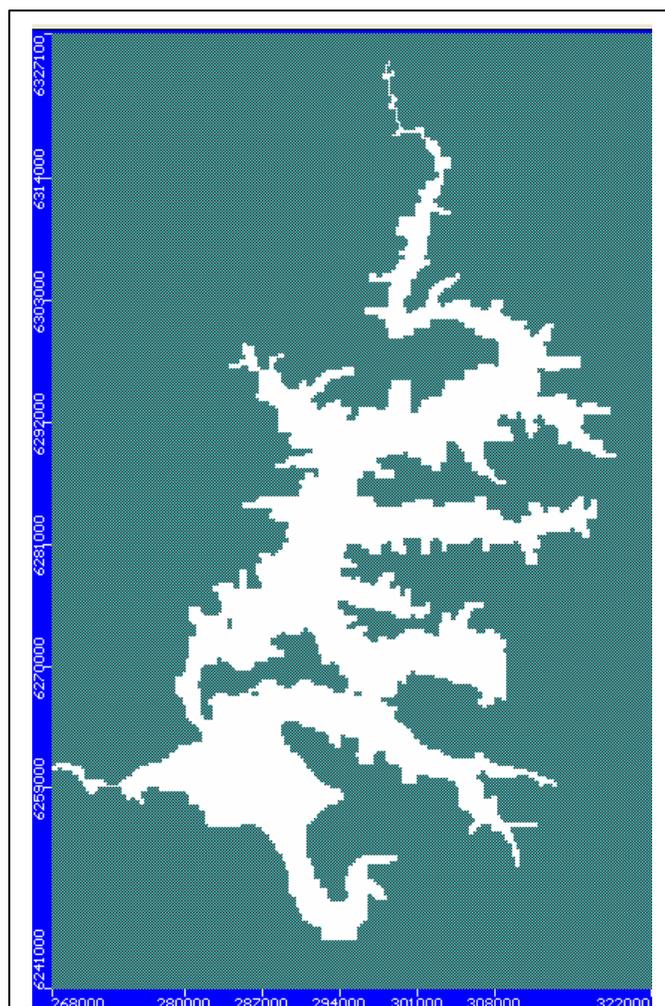


Figura 7.1: Límites de la zona modelada

7.2.2. Discretización Espacial

7.2.3.1 Discretización en Planta

La discretización en planta del modelo se refiere a la forma en que éste está subdividido en celdas rectangulares, las que son definidas por filas y columnas. El área del modelo ha sido subdividida en grillas de 300x300 metros, en total existen 287 filas y 180 columnas.

7.2.3.2 Discretización Vertical

Para representar el área de estudio en sentido vertical, se consideró el relieve superficial del terreno, para lo cual se conservó el relieve del modelo base. En tanto que, la profundidad del basamento rocoso se estimó variable, así en los valles de cabecera el espesor acuífero alcanza los 50m, los cuales van en aumento progresivo a medida que se acercan al sector del río Maipo. En el sector de entrada del modelo, es decir, Maipo en El Monte el espesor acuífero alcanza 120m, espesor que va disminuyendo paulatinamente a medida que se avanza en el valle hacia aguas abajo.

En las figuras 7.2 y 7.3 se muestra un corte y el perfil generado por éste.

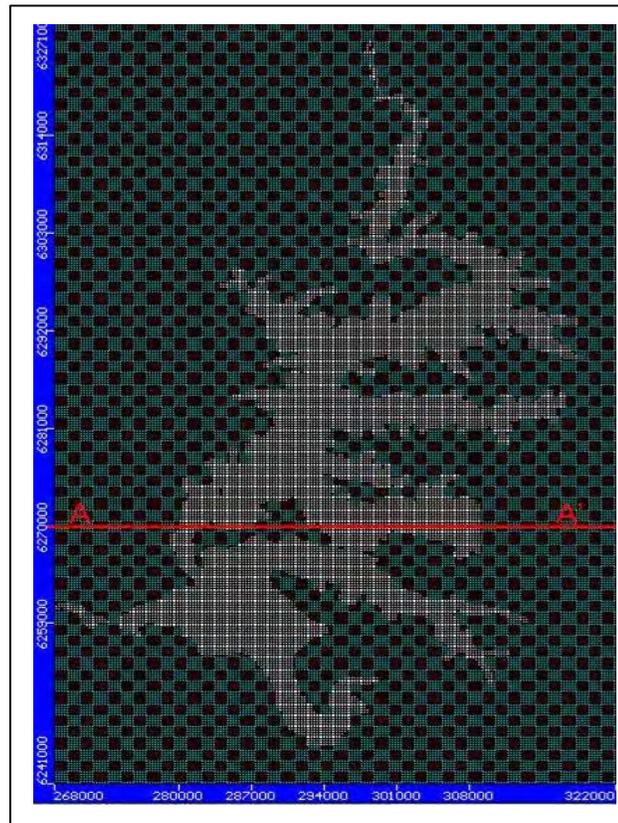


Figura 7.2: Ubicación corte A-A'

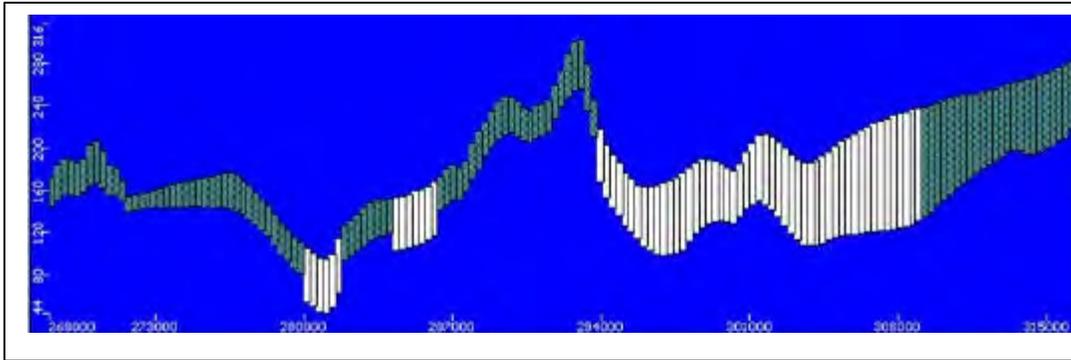


Figura 7.3: Discretización vertical, perfil corte A-A'

7.2.3. Discretización Temporal

El período de calibración es de cinco años, comprendidos entre el 01 de enero de 1995 y el 31 de diciembre de 1999. Este período se ha discretizado en periodos de estrés de un mes, por lo tanto, el modelo cuenta con 60 períodos de estrés. Esta discretización tiene relación con las salidas de recarga del modelo superficial.

7.2.4. Propiedades Elásticas

Las propiedades elásticas utilizadas en la modelación corresponden a conductividad hidráulica o permeabilidad (K) y coeficiente de almacenamiento (S_y), asignadas a las celdas activas del modelo. Inicialmente se asignaron valores estimados, los que fueron modificados durante la calibración, a fin de ajustar los flujos y niveles freáticos calculados a los valores observados.

La distribución inicial de conductividades hidráulicas horizontales fue asignada de acuerdo a valores estimados a partir de pruebas de bombeo a caudal constante disponibles en la cuenca, además de consideraciones estratigráficas y geológicas de los distintos sectores, según la información ya recopilada y detallada en el informe de la Ref. 1. La conductividad hidráulica vertical se tomó igual a la conductividad horizontal, esto último debido a que es la forma en que opera el modelo base y a la falta de nuevos antecedentes con los que se pueda estimar lo contrario. En la Figura 7.4 se muestra la distribución inicial utilizada.

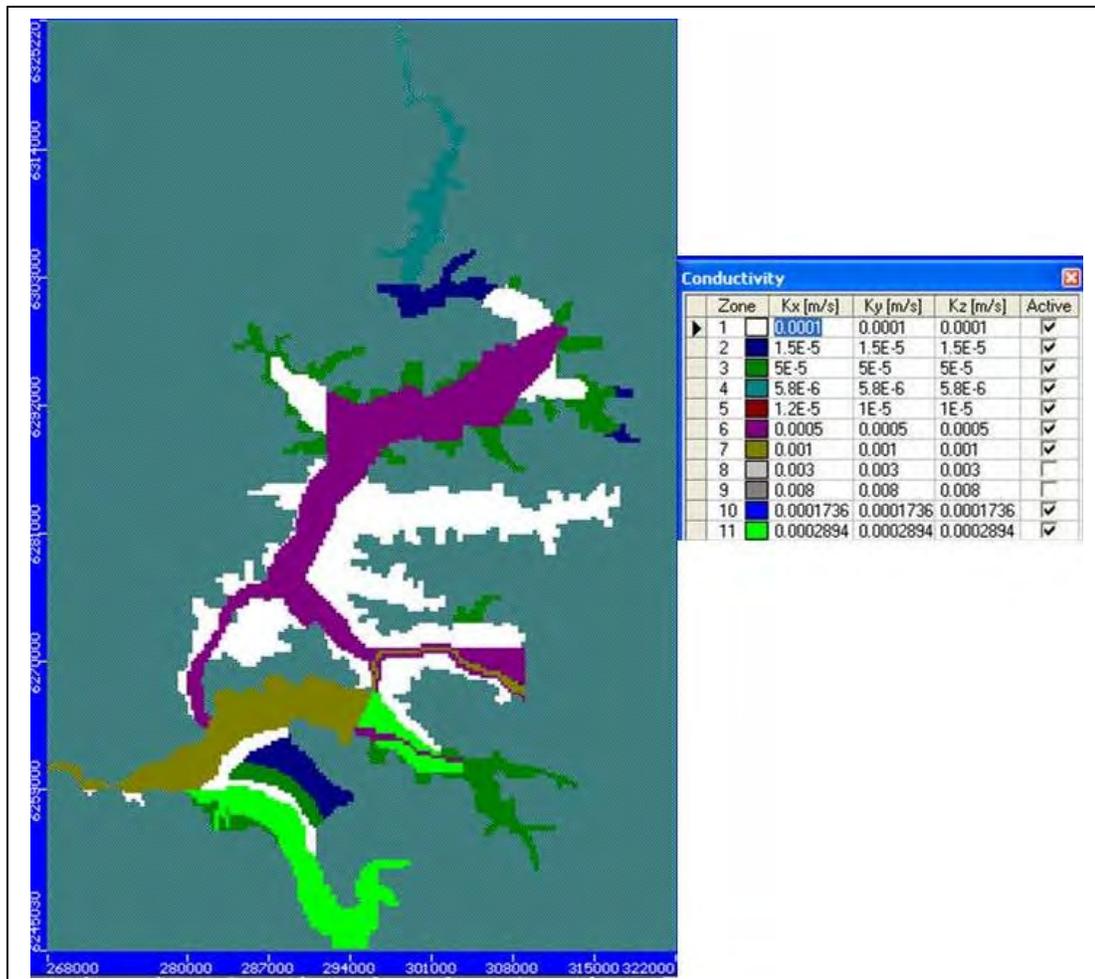


Figura 7.4: Distribución inicial de permeabilidades

Por otro lado, respecto del coeficiente de almacenamiento se diferenciaron tres zonas de acuerdo a la estratigrafía del área, los valores están en el rango del 10% al 2.5%. La figura 7.5 muestra su respectiva distribución inicial en el modelo.

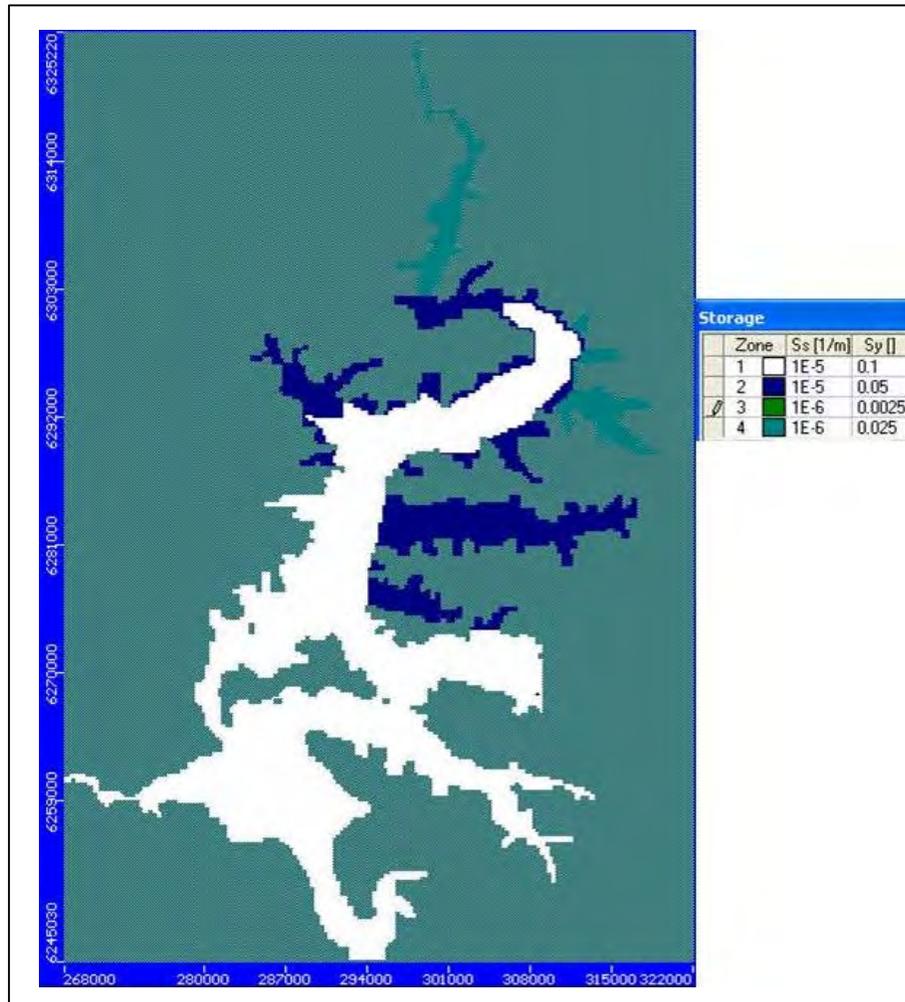


Figura 7.5: Distribución Inicial del Coeficiente de Almacenamiento

7.2.5. Recargas y Descargas

La recarga al acuífero esta compuesta tanto, por la percolación de la precipitación y desde zonas de riego, como por la interacción con el acuífero del río Maipo y los esteros de mayor importancia de la cuenca. El modelo superficial permite determinar la cantidad potencial de agua que podría recargar a la napa, pero sólo una parte de ella puede incorporarse efectivamente.

El modelo superficial calcula caudales de oferta de recarga. Una parte de ésta puede infiltrar e incorporarse al flujo subterráneo y el resto escurre superficialmente saliendo del sistema. La parte que llega al sistema se estima a través de un proceso iterativo operando el modelo hidrogeológico. Por otro lado, en las zonas en que el nivel freático se encuentra muy superficial se producen afloramientos que incrementan el flujo superficial de los cauces existentes. Esos afloramientos son representados en el modelo

a través de los caudales captados por las celdas de tipo río ubicadas en coincidencia con los cauces naturales.

La recarga neta por precipitación y riego fue obtenida desde el modelo superficial, el que genera siete sectores de recarga. La figura 7.6 muestra la distribución de cada uno de los sectores, en tanto que, la tabla 7.2 muestra los valores de recarga potencial u oferta de recarga en cada uno de los sectores.

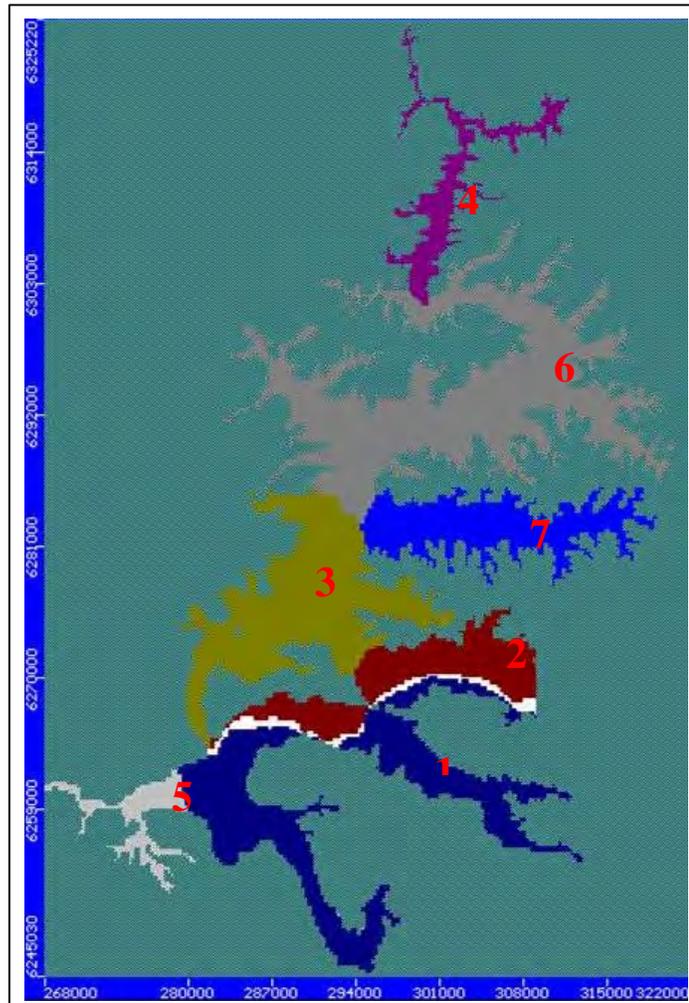


Figura 7.6: Distribución de sectores de recarga inicial

Tabla 7.2: Recarga potencial según sector de riego

Sector	Área Total (Km ²)	Oferta de Recarga en Modelo (m ³ /s)											
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1	154.4	3.17	3.10	5.41	3.49	5.48	1.52	1.90	2.47	2.19	1.95	1.92	1.67
2	106.5	0.81	0.77	2.25	1.21	1.06	0.54	0.85	1.39	1.43	1.22	1.11	0.78
3	178.5	2.09	2.20	3.74	3.44	4.31	1.23	1.61	2.21	2.12	1.96	1.97	1.86
4	66.8	0.15	0.08	0.06	0.04	0.07	0.12	0.13	0.09	0.07	0.06	0.06	0.07
5	32.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	328.1	1.38	1.35	3.16	2.26	2.55	2.26	1.85	1.86	1.76	1.63	1.57	1.47
7	102.7	0.39	0.28	1.06	0.59	0.75	0.66	0.50	0.70	0.76	0.96	0.75	0.49
Total	969.6	7.98	7.77	15.68	11.04	14.22	6.35	6.84	8.72	8.33	7.78	7.38	6.34

Fuente: Estudio CNR-2001 (REF 1)

Por otro lado, las principales descargas del acuífero corresponden a los bombeos desde pozos y norias y a los afloramientos naturales.

Los caudales explotados desde pozos y norias de la zona de estudio, fueron obtenidos del estudio de la Ref. 1, en el cual los caudales de bombeo fueron determinados a partir de encuestas de terreno y de la información de producciones de las diferentes empresas que usan agua subterránea.

El caudal máximo explotado alcanza a 1.78 m³/s. En Anexo se detalla el catastro. La figura 5.3 muestra la distribución de pozos de bombeo considerada y la figura 7.7 muestra su incorporación al modelo hidrogeológico.

La interacción del acuífero con el río Maipo y los esteros de mayor importancia de la cuenca, es decir, los intercambios o flujos desde la napa hacia la superficie y desde esta última hacia el acuífero se describen más adelante.

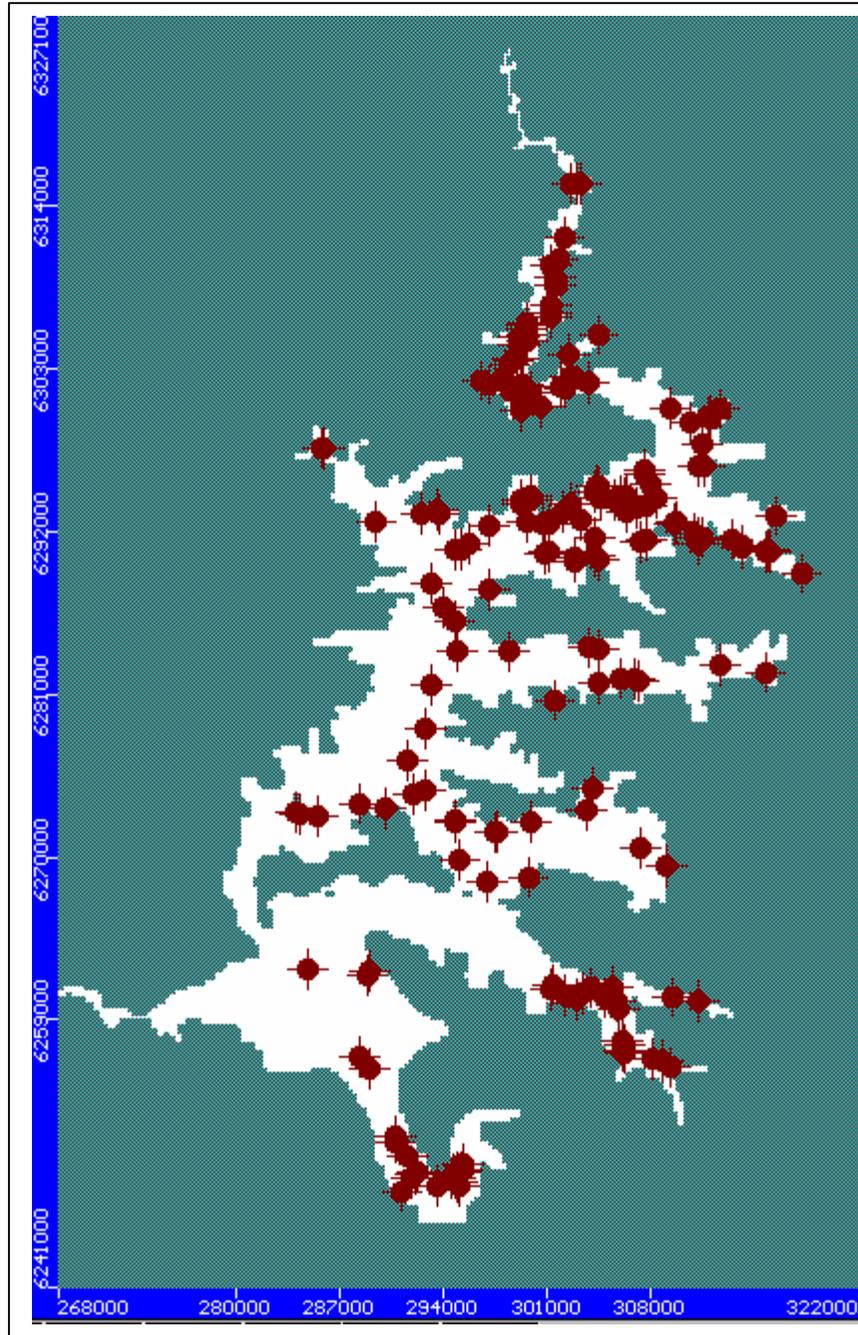


Figura 7.7: Distribución de pozos de bombeo en modelo.

7.2.6. Condiciones de Borde

Para la implementación del modelo se utilizaron dos tipos de condiciones de borde, estas son, de nivel constante y de río.

La condición de borde de tipo nivel constante se utilizó para reproducir los flujos subterráneos que entran y salen del sistema, por lo tanto, una de estas condiciones está presente a la entrada del modelo y representa el flujo pasante desde el sistema aguas arriba, en el sector El Monte-Chiñihue, y cuyo caudal dado por el modelo Maipo-Mapocho asciende a un promedio de $2.62 \text{ m}^3/\text{s}$. La otra condición de borde de tipo nivel constante se presenta en la salida del sistema en el sector de Cabimbao.

Los valores adoptados como nivel constante tanto en la entrada como en la salida han sido 229 m. y 42 m. respectivamente.

La condición de borde del tipo río ha sido utilizada para representar los intercambios de flujo entre los sistemas superficial y subterráneo. Estas se han colocado en las celdas correspondientes a los principales drenajes, de este modo, se representan los esteros Puangue, La Higuera, Cholqui y Popeta, además de río Maipo.

Los valores de conductancia adoptados en cada una de las celdas han sido de $3000 \text{ m}^2/\text{d}$ en los esteros y de $10000 \text{ m}^2/\text{d}$ para el río Maipo.

A continuación la figura 7.8 muestra la ubicación de las condiciones de borde utilizadas.

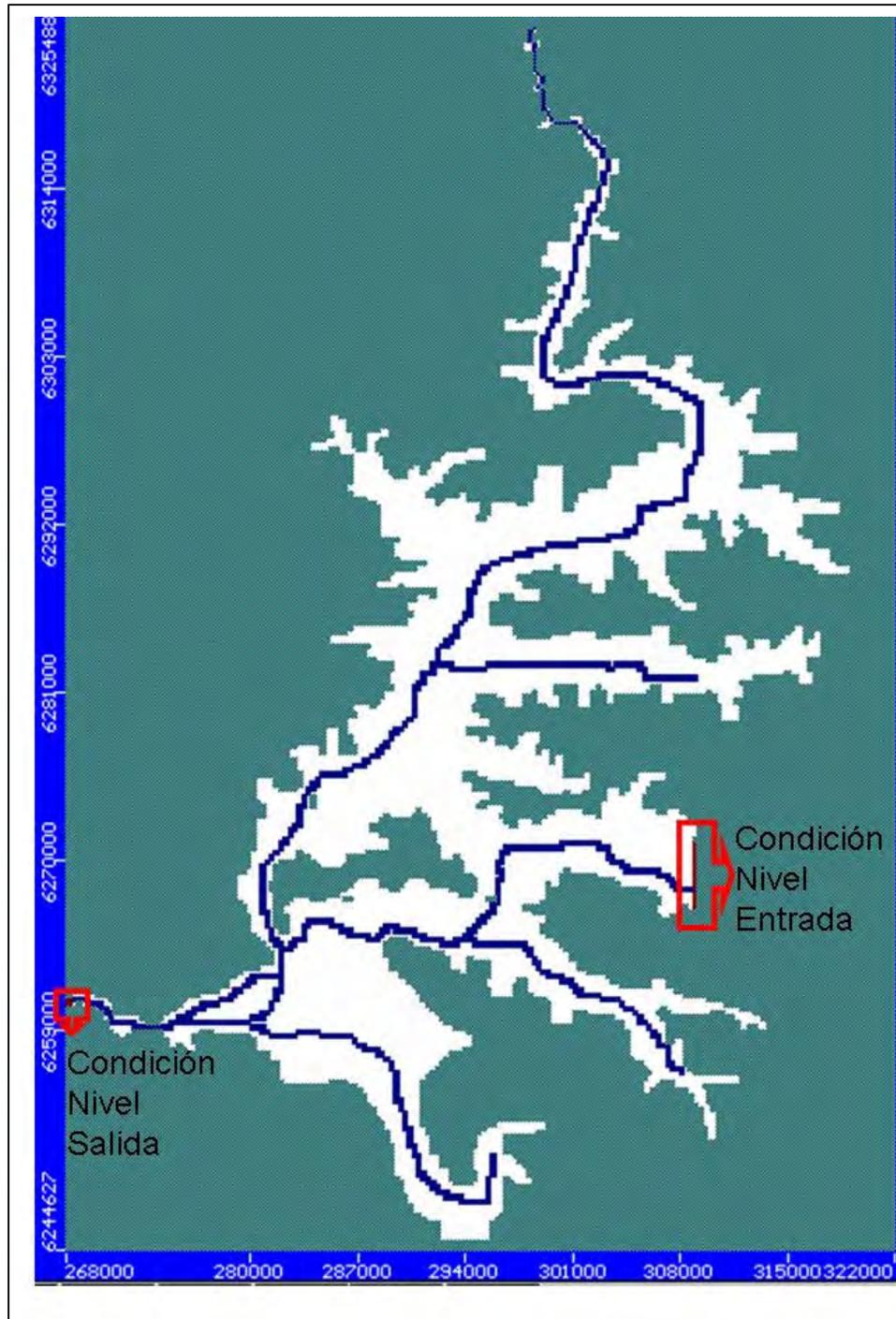


Figura 7.8: Distribución de Condiciones de Borde en el modelo

7.2.7. Patrón de Ajuste para la Calibración

Los patrones de ajuste con los que se cuenta para realizar la calibración y lograr reproducir los flujos y niveles de la napa en el modelo son los siguientes:

- a) Niveles estáticos observados en el período en doce pozos distribuidos en la cuenca. En Anexos se entregan los niveles observados en cada pozo en forma tabular. (Los limnigramas se muestran en capítulo 5)
- b) Caudal subterráneo a la entrada del modelo, es decir, la cuantificación del flujo subterráneo proveniente desde aguas arriba. Este caudal posee un promedio de $2.62 \text{ m}^3/\text{s}$.
- c) Flujo recuperado por el río Maipo en el tramo, esto es, el caudal que aporta el sistema subterráneo al río Maipo. Este caudal posee un promedio anual de $6.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

La figura 7.9 muestra la ubicación de los pozos de observación implementados en el modelo y con que se cuenta para la calibración.

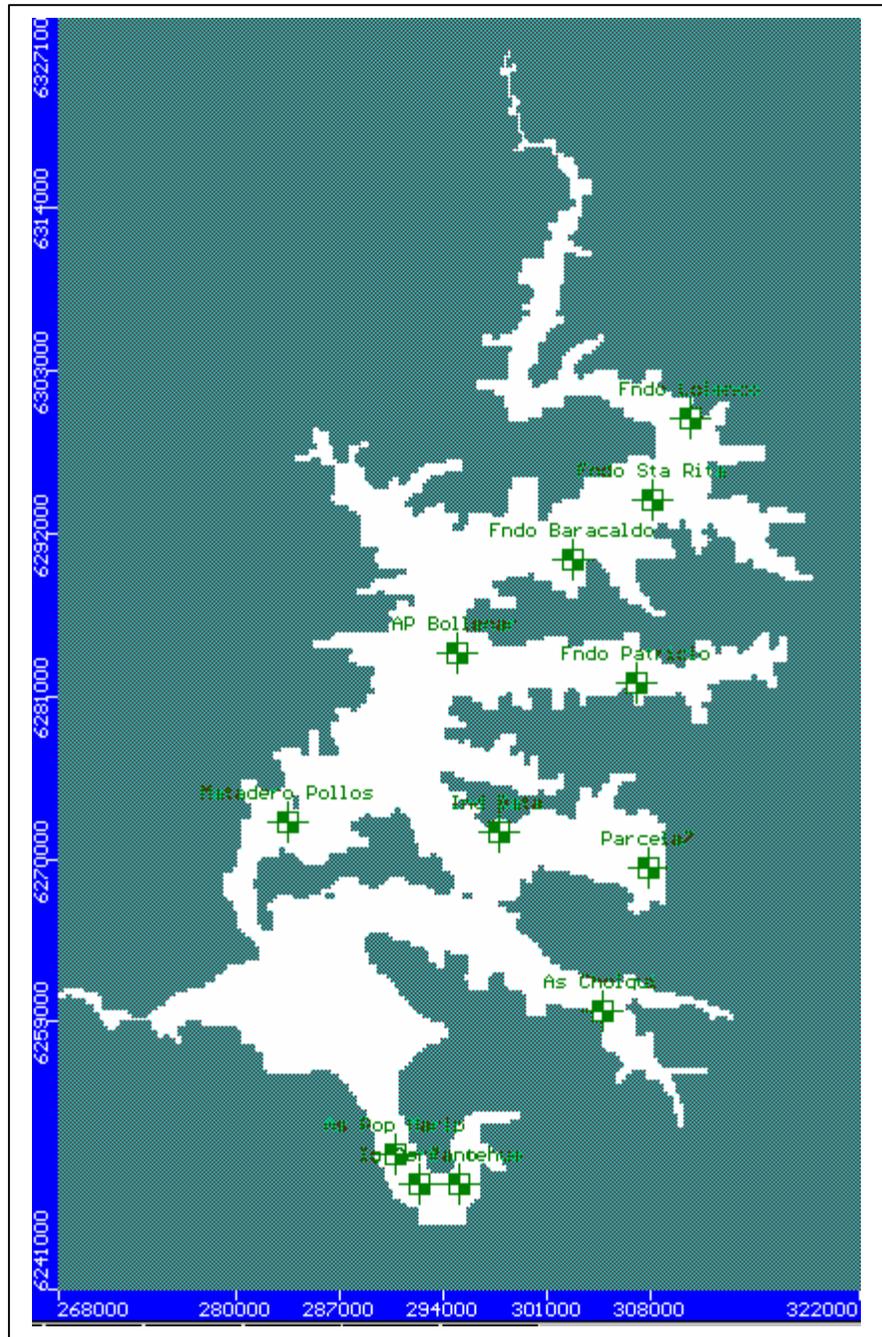


Figura 7.9: Distribución de los pozos de observación

7.3. CALIBRACIÓN

El proceso de calibración consistió en modificar los valores de permeabilidad y sus respectivas distribuciones dentro de rangos de valores hidrogeológicamente aceptables, además de modificar los valores de las condiciones de borde de tipo nivel constante. Ambas modificaciones se realizaron con la finalidad de reproducir tanto los niveles de la napa observados en el período simulado, como de los flujos de entradas y salidas del sistema. (Modelo Conceptual)

A continuación se detallan los cambios realizados durante el proceso de calibración. La figura 7.10 muestra la distribución final de permeabilidades con sus respectivos valores.

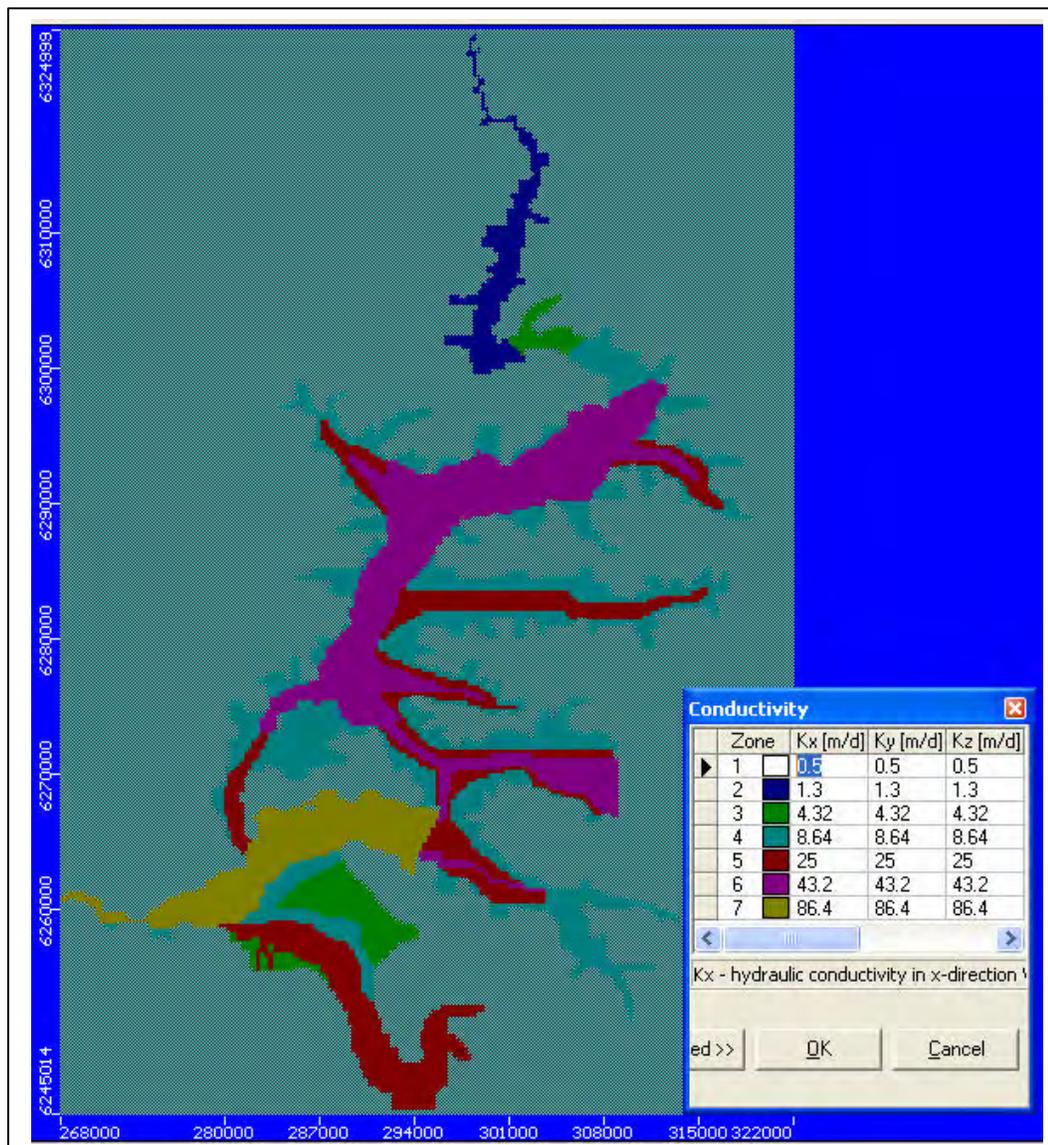


Figura 7.10: Distribución final de permeabilidades

En tanto, la condición de borde de tipo nivel constante de entrada del modelo se modificó de manera tal, que reprodujese el flujo subterráneo saliente desde el modelo Maipo-Mapocho. Los valores o niveles adoptados para las cotas de las celdas que representan la condición de borde están entre los 228.6 m y 245 m. Este gradiente se explica debido a que esta es una zona de recuperaciones para el río Maipo, por lo tanto la cota del nivel freático suele ser superior a la del río en una misma sección.

7.4. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Con las modificaciones planteadas en el punto anterior se logró obtener los resultados que se presentan a continuación.

Niveles

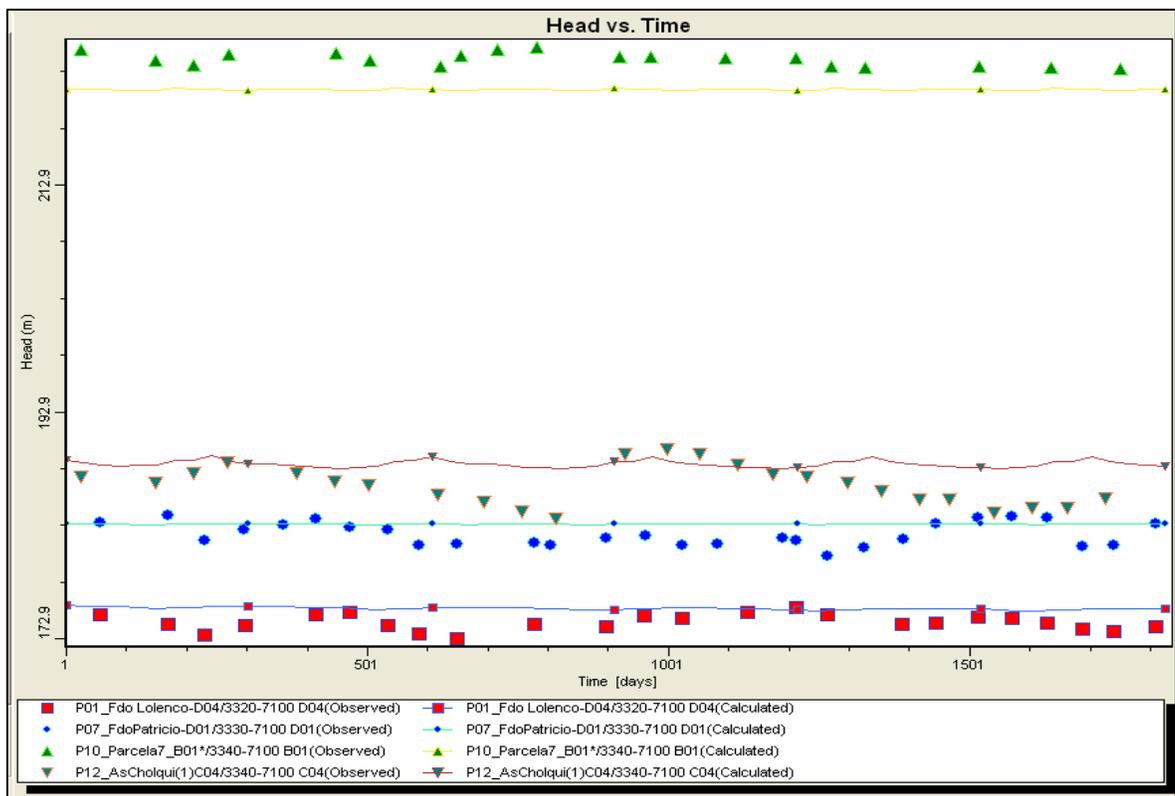


Figura 7.11: Ajuste de niveles Observados v/s Calculados

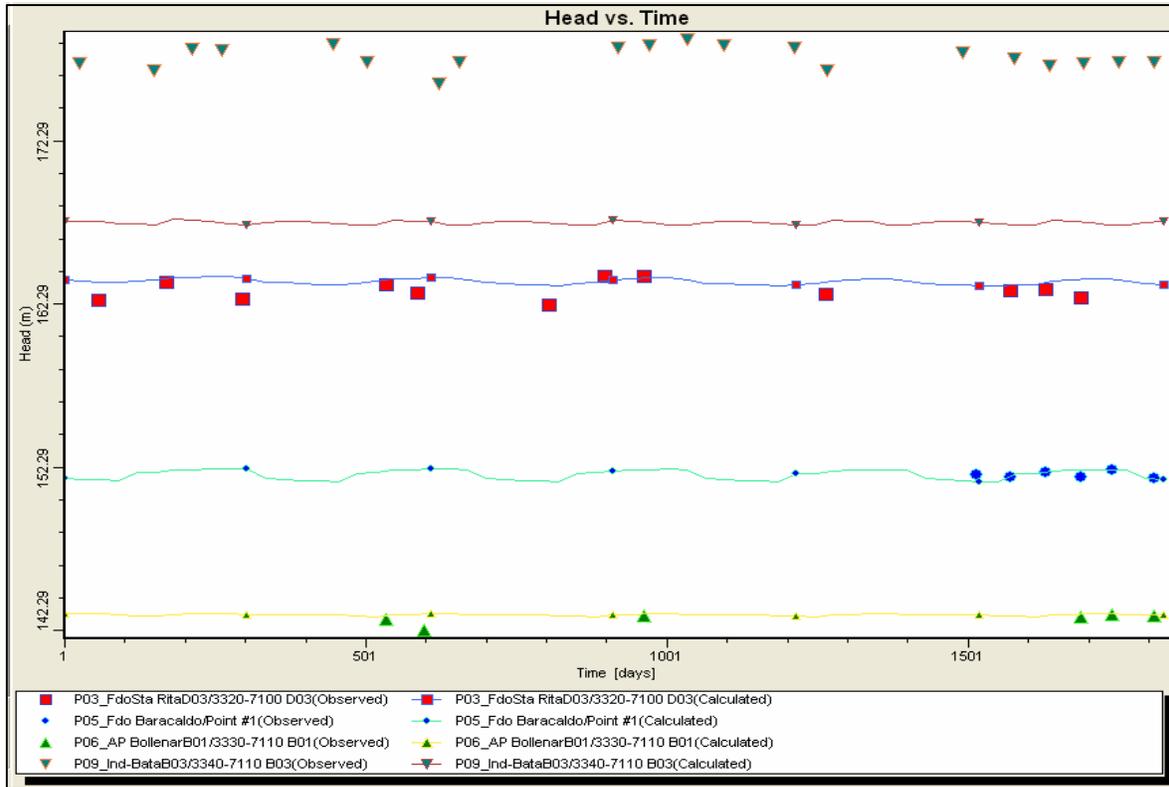


Figura 7.12: Ajuste de niveles Observados v/s Calculados (continuación)

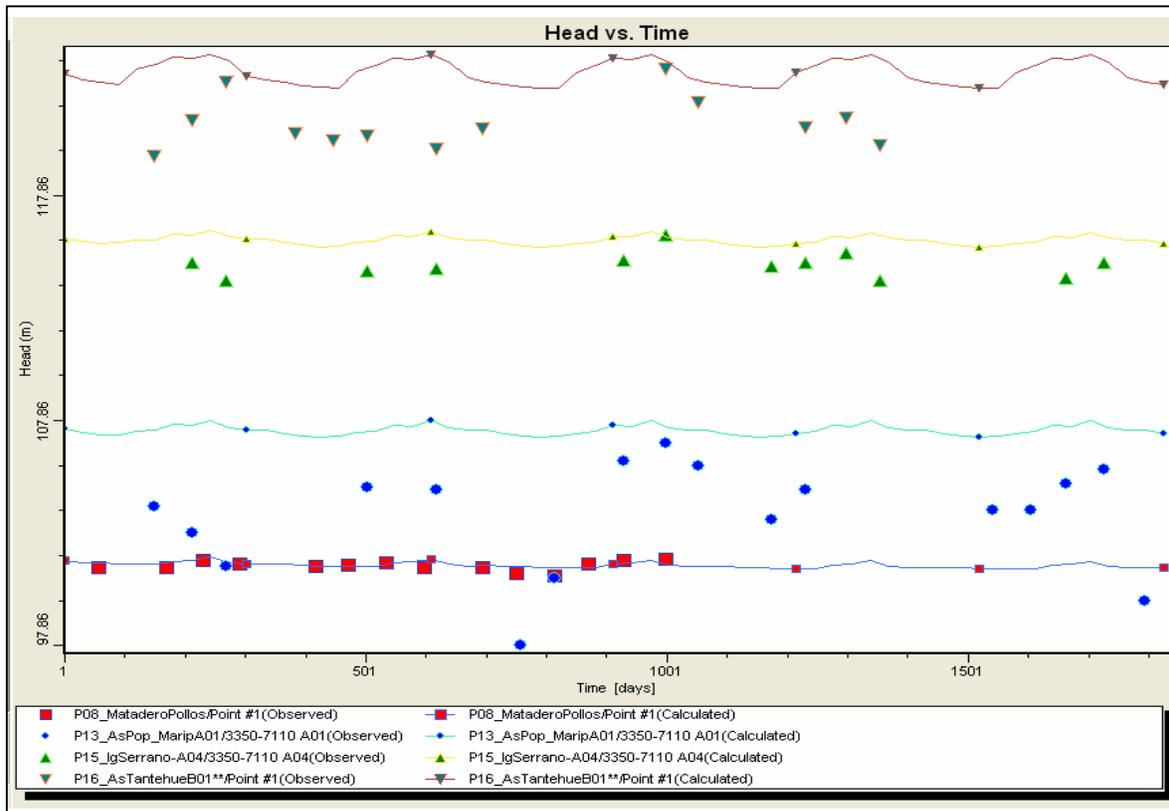


Figura 7.13: Ajuste de niveles Observados v/s Calculados (continuación)

Ajuste Global de la Calibración

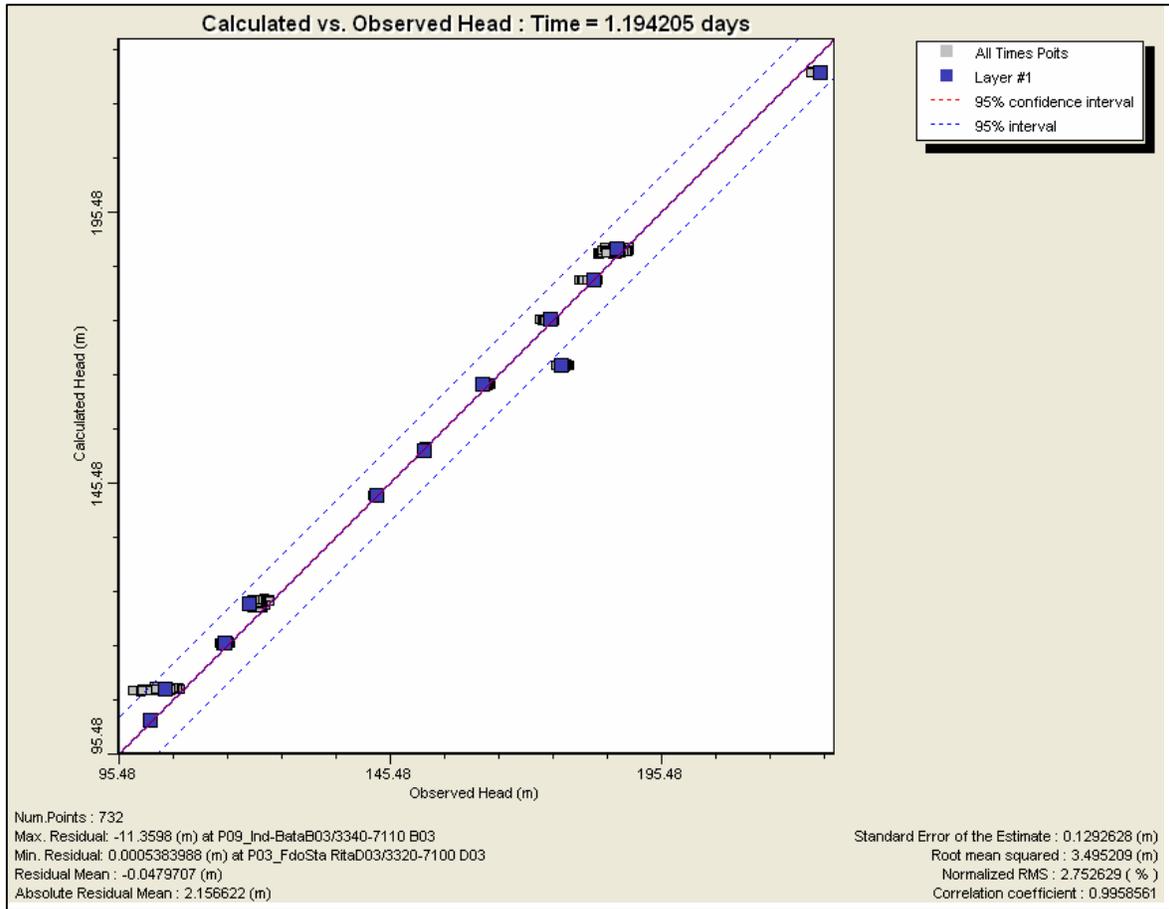


Figura 7.14: Ajuste global de la calibración

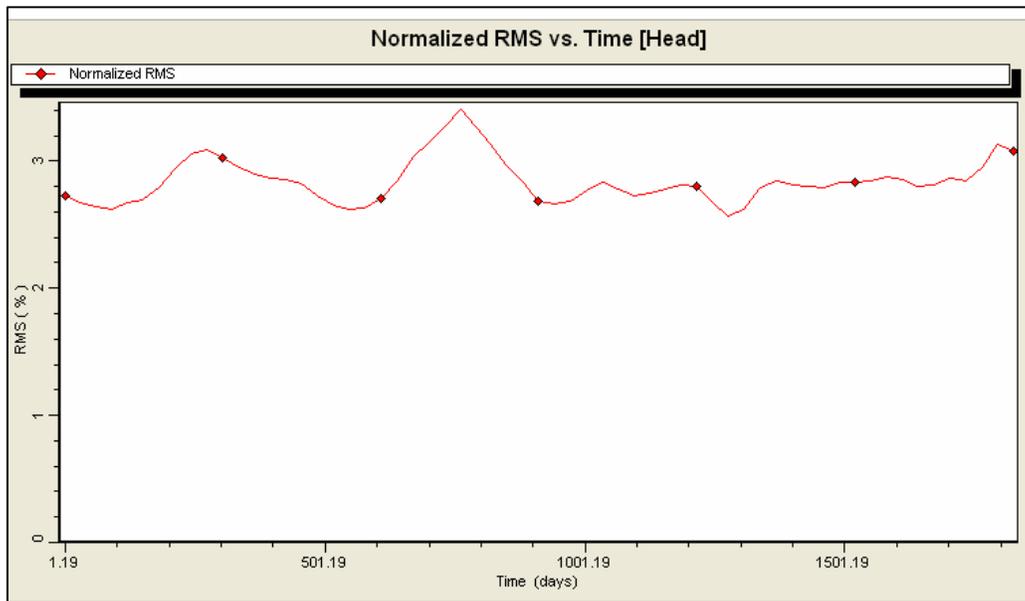


Figura 7.15: Comportamiento del RMS normalizado en el tiempo

Balance Másico

Tabla 7.3: Balance General del Modelo

BALANCE GENERAL	
Entradas	m3/s
Recarga	9.910
Río	2.504
Nivel Constante	2.842
Almacenamiento	1.570
Total	16.826
Salidas	m3/s
Río	14.898
Pozos	0.827
Nivel Constante	0.045
Almacenamiento	1.096
Total	16.866
Error de cierre	-0.040

El detalle de los balances para cada una de las zonas se presenta en Anexos.

8. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN – DIAGNÓSTICO

Con respecto a la modelación, luego de realizada la calibración del sistema de aguas subterráneas del área de interés, que comprende las cuencas de los esteros Puangue, La Higuera, Cholqui y Popeta, como también el valle del río Maipo en el tramo El Monte – Cabimbao, es posible mencionar lo siguiente:

En la zona de estudio los niveles de aguas subterráneas no presentan tendencia a la disminución durante el período utilizado para la calibración, esto es, un total de cinco años entre 1995 y 2000.

De las figuras 7.11 a la 7.13, se observa que los niveles calculados por el modelo simulan aceptablemente la tendencia o forma de los niveles observados en los doce pozos de observación utilizados para la calibración. De ellos, solo uno no responde al nivel observado, el pozo Industria Bata, el cual posee una curva de niveles calculadas que sigue la tendencia de los niveles observados, pero subestima los niveles en alrededor de diez metros. Esto se puede deber a que la cota de terreno interpolada para la ubicación del pozo en el modelo pueda contener un error inherente al método de interpolación, lo cual puede estar ocasionando esta diferencia.

En cuanto a las fluctuaciones de nivel que se presentan en cada pozo, aunque no marcan una tendencia de descenso o ascenso de niveles, es posible apreciar un comportamiento subanual de los niveles, los que estarían estrechamente ligados al comportamiento hidrológico del área de estudio.

Por otra parte, con respecto al ajuste logrado en la calibración, según la figura 7.14, se tiene que el modelo posee un residuo medio de -0.04 metros, lo que estaría indicando que los niveles están en promedio subestimados en 4 centímetros, por lo que el modelo estaría siendo conservador al no sobreestimar los niveles del agua, mientras tanto que, el error medio absoluto alcanza los 2.15 metros, valor aceptable considerando que el acuífero posee profundidades incluso superiores a los 100 metros.

Además, se logró un error medio cuadrático o RMS de 3.59 metros, cifra que queda representada de mejor forma por el error medio cuadrático normalizado, cuyo valor es de 2.57%. Utilizando el criterio de Waterloo Hydrogeologic Inc. que hace referencia a que un valor inferior al 5% para este estimador representa un buen ajuste de los niveles, se puede afirmar que el modelo logra ajustarse a la realidad. También es posible señalar que el comportamiento en el tiempo del valor del error medio cuadrático normalizado, según la figura 7.15, se mantiene dentro del rango del 5% al alcanzar un máximo de 3.4% para todo el período de simulación.

En cuanto al balance general medio del período de calibración se puede verificar que el caudal entrante al flujo subterráneo alcanza 16,826 m³/s mientras que el caudal que sale desde el flujo subterráneo asciende a 16,866 m³/s, lo que arroja un error de cierre de 0.04 m³/s, valor despreciable para las magnitudes de los caudales de entrada y salida.

La principal recarga del sistema acuífero corresponde a la proveniente de percolación, tanto por precipitación como del sistema de riego, cuyo valor de 9,91 m³/s representa el 58,9% del total de entradas al acuífero. En tanto que, el flujo subterráneo entrante al modelo con un caudal de 2,842 m³/s y los aportes del río Maipo y de los principales esteros que aportan un caudal de 2,504 m³/s corresponden a las siguientes entradas.

Las salidas del sistema subterráneo quedan representadas por los afloramientos en los lechos de esteros y del río Maipo con un caudal de 14,898 m³/s, las extracciones por pozos con un caudal de 0,827 m³/s y la salida hacia aguas abajo del sistema con 0,045 m³/s. Cabe destacar que el caudal aflorado en el río y esteros representa un 88,3% del total del caudal de salida del sistema subterráneo. Este valor que representa el caudal de los esteros de la cuenca y parte del caudal del río Maipo, y que en una primera instancia puede parecer exagerado, no lo es, si se tiene en consideración que la totalidad de los esteros de la cuenca poseen un régimen pluvial, pero poseen escurrimiento superficial durante todo el año. Estos afloramientos se dan en lugares donde la napa posee una cota superior a la de los lechos de los escurrimientos superficiales.

Por otro lado, de los balances por zona; con excepción de la zona de Entrada, donde el principal caudal de entrada es el flujo subterráneo pasante desde aguas arriba; se tiene que la recarga es la mayor entrada de agua al sistema, a su vez, las mayores salidas son los caudales aflorados por la condición río, con las excepciones de las zonas de Puangue Alto y de Salida donde las principales descargas o salidas del sistema son respectivamente las extracciones por pozos y la condición de nivel constante que representa el flujo subterráneo pasante hacia aguas abajo del modelo.

Además, es posible verificar en estos balances los caudales de amarre, utilizados como patrones de ajuste, en otras palabras, se verifica el modelo conceptual. De este modo, el modelo arroja un valor promedio de 2,84 m³/s como caudal subterráneo entrante, el que contrastado con el valor entregado por el modelo Maipo-Mapocho como salida de su sistema, con un valor promedio de 2,62 m³/s, arroja una discrepancia de 0,22 m³/s, lo que representa una sobreestimación del caudal en un 8%. Ese valor de discrepancia esta dentro de rangos absolutamente tolerables, ya que en general el error de ajuste de los balances es aceptable hasta un 10%.

Otro valor de caudal que se tiene para el amarre de los balances es el caudal de recuperaciones del río Maipo entre el sector de Chiñihue y el sector de Melipilla. El modelo arrojó para este tramo recuperaciones promedio por un caudal de 5,9 m³/s, los que se ajustan bastante bien a los 6,0 m³/s medidos como promedio para dicho tramo.

Por último, es posible apreciar de la figura 8.1 las fluctuaciones de la interacción entre los escurrimientos superficiales y el sistema subterráneo.

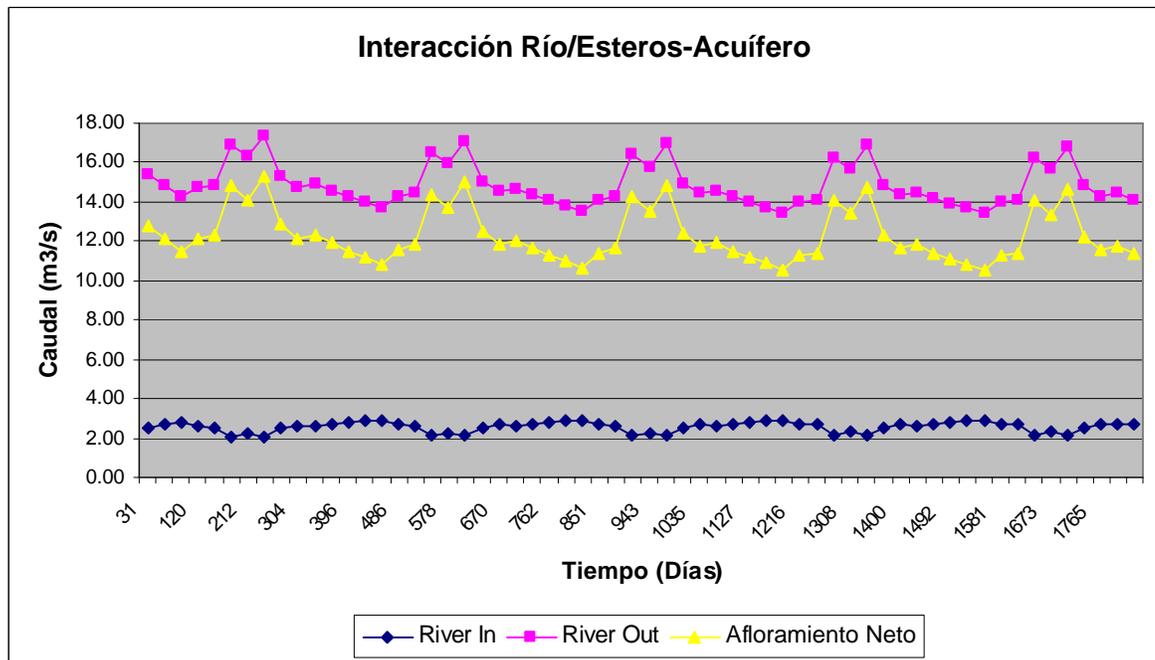


Figura 8.1: Interacción entre el Acuífero y el sistema Río-Esteros

Así se tiene que el caudal de afloramiento neto varía según la temporada en un rango de 4,81 m³/s, pasando desde un caudal de 15,31 m³/s a 10,50 m³/s. El afloramiento neto alcanza un caudal promedio de 12,39 m³/s, el cual sigue la tendencia de la curva de afloramientos totales, por ser dicho caudal muy superior al de recarga al acuífero en el río y acuíferos.

La recarga desde los escurrimientos superficiales es mínima cuando los afloramientos son máximo y vice versa. Esta correlación demuestra la estrecha relación que existe entre ambos sistemas, superficial-subterráneo, lo que estaría indicando que una disminución en los niveles puede afectar directamente los caudales de escurrimiento superficial.

9. CONCLUSIONES

Del desarrollo y aplicación del presente estudio se obtienen las siguientes conclusiones:

- Los objetivos planteados se lograron satisfactoriamente a medida que se avanzó en el desarrollo del estudio. La recopilación, revisión y evaluación de los antecedentes existentes a la fecha para incorporar al modelo, permitió seguir una metodología base fundamental para ir alcanzando los objetivos específicos y conjuntamente el objetivo general del estudio.
- La metodología seguida permitió, en base a la información recopilada, reconstruir el modelo conceptual del sistema de aguas subterráneas, el cual luego fue re-implementado en la plataforma Visual Modflow.
- Por otro lado, se debe destacar que como resultado de la presente modelación se cuenta con un modelo hidrogeológico, del sector denominado Puangue-Melipilla, mejorado. El modelo que entrega éste estudio ha actualizado geometría acuífera, tanto en planta como en profundidad, flujos de entrada y de intercambio entre los sistemas superficial y subterráneo, incorpora mayor y mejor estadística de niveles estáticos en pozos de observación, además de actualizar las zonas de balance y hacerlas equivalentes a las secciones legales del valle.

Como resultado de la calibración del modelo se tienen las siguientes conclusiones:

- En cuanto a la comparación de niveles observados y calculados se tiene un mejor ajuste que en el modelo base, logrando un error medio absoluto y un error medio cuadrático normalizado de 2,15 m y 2.75% respectivamente. El ajuste de niveles calza en tendencia y forma, sin embargo, existen casos particulares en que la diferencia entre los valores observados y los calculados no es despreciable y el proceso de calibración no es capaz de remediar dicha situación, por este motivo sería recomendable una revisión de las cotas de los pozos de observación, además de mejorar en el futuro el sistema de interpolación de superficies para la definición de éstas en el modelo, con el fin de mejorar la representación del sistema acuífero.

- Con respecto a los balances de masa, estos cierran satisfactoriamente, ya sea en el balance general como en los balances por zonas y cuadran con los valores de amarre o modelo conceptual inicial. No obstante lo anterior, se estima recomendable efectuar una revisión más fina de la estimación del balance másico, como podría ser un modelo superficial detallado y coincidente en los períodos de estrés con el modelo hidrogeológico, para verificar resultados y así contar con una mayor y mejor información que sirva como patrón de ajuste.
- Los flujos que condicionan el sistema son mayoritariamente la recarga producto del riego y los afloramientos o recuperaciones del río Maipo y esteros Puangue, La Higuera, Cholqui y Popeta.
- En general, de acuerdo al bombeo catastrado de la REF1, los niveles hasta 1999 de aguas subterráneas se mantienen estables en el tiempo, por lo que ,en este escenario no se aprecia alguna tendencia de desembalse o agotamiento del acuífero, sin embargo, existe una estrecha relación con el sistema superficial por medio de los afloramientos producidos en los lechos de los cauces superficiales, pues el aporte neto a dichos cauces tiene un promedio de 12,39 m³/s. Por tal motivo, cualquier descenso de niveles afectaría parte del caudal de afloramiento, lo que se vería reflejado en una disminución de los caudales de escurrimiento superficial.

En consecuencia, el desarrollo del presente estudio permite contar con un modelo hidrogeológico mas acabado y mejorado para el sector acuífero conformado por los valles de los esteros Puangue, Cholquí, Popeta y La Higuera y el valle del río Maipo entre los sectores de El Monte-Chiñihue y Cabimbao, que permite realizar en el corto plazo evaluaciones del recurso hídrico subterráneo y todos los análisis que la Dirección general de Aguas pudiese necesitar.

ANEXOS

ANEXO 1

**CAUDALES MEDIOS MENSUALES,
DE LAS ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS
REGISTRADOS EN EL
BANCO NACIONAL DE AGUAS (BNA)

CUENCA ESTERO PUANGUE**

ANEXO 1

A 1- 1

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PAGINA : 1
FECHA : 16/02/2006

CAUDALES MEDIOS MENSUALES , PROMEDIO Y DESV. ESTANDAR AÑO: 1940 - 2005

Estación : ESTERO PUANGUE EN BOQUERON
Código BNA: 05741001-9
Altitud : 488 msnm
Cuenca : Rio Maipo

Latitud S : 33 17 00 UTM Norte : 6315215 mts
Longitud W : 71 08 00 UTM Este : 301325 mts
SubCuenca : Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapocho y Deseml Área de Drenaje: 137 km2

AÑO	ENE I	FEB I	MAR I	ABR I	MAY I	JUN I	JUL (I	AGO I	SEP I	OCT I	NOV I	DIC I
	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)						
1950								0.26	2.11	0.44	0.22	0.09
1951	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	3.72	10.29	1.34	0.60	0.30	0.11	0.06
1952	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	2.14	3.12	0.52	0.30	0.28	0.11	0.04
1953	0.02	0.02	0.01	0.01	0.53	0.49	0.84	10.81	9.24	3.31	0.61	0.09 *
1954			0.05 @	0.05	0.17	3.45	2.87	1.43	0.43	0.25	0.12	0.07
1955	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.13	0.15	0.11	0.14	0.10 %	0.07	0.04
1956	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.13	1.44	0.58	0.29	0.11	0.06
1957	0.03	0.03	0.02	0.02	2.73	1.07	1.10	1.26	0.63	0.21	0.12	0.08
1958	0.05	0.03	0.02	0.03	0.05	2.41	0.89	5.87	1.22	0.37	0.21	0.11
1959	0.05	0.03	0.03	0.03	0.04	0.78	2.52	1.35	1.04	0.37	0.21	0.09
1960	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	1.99	0.59	0.49	0.35	0.14	0.09	0.05
1961	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	3.85	1.23	1.93	4.10	0.64	0.33	0.11
1962	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	6.70	2.06	0.48	0.26	0.29	0.09	0.05
1963	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	11.14	15.51	8.14	2.40	0.92 *	
1964		0.04 @	0.03	0.03	0.04	0.09	0.45	0.75	0.80	0.20	0.08	0.04
1965	0.03	0.02 @	0.02 %	0.02 @		0.07 *	2.24 %	24.61 %	1.33	0.67	0.30	0.11
1966	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	2.11	11.40	1.31	0.64	0.33	0.15	0.09
1967	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04	0.58	0.36	0.76	0.32	0.10	0.04
1968	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
1969	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.35	0.24	0.54	0.18 %	0.10 %	0.06	0.04
1970	0.02	0.02	0.02	0.02 *	0.03 @	0.08	2.33 @	1.46 %	0.36	0.17	0.12	0.07
1971	0.04 @	0.04	0.04	0.04	0.04	0.23	1.18	0.71	0.34 %	0.19	0.11	0.06
1972	0.04	0.03	0.03	0.03 @		3.44 @	3.02	10.35	4.64	2.74	0.54	0.12
1973	0.08	0.05 @	0.09	0.05	0.06	0.13 %	5.24	1.52	0.47	0.22 %	0.11	0.06
1974	0.04 @	0.03 *	0.03	0.03	0.03	3.71 %	8.36	0.64 @	0.70	0.36	0.14	0.07
1975	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	2.03 @					
1977									0.35 %	0.31	0.25	0.11
1978	0.13 %					0.10 *	0.17 @			0.33 %	0.32	0.09 %
1979	0.03	0.21	0.41 *	0.03 *	0.04	0.05	0.31	0.47 %				
1980				0.82 *	0.86	0.73	5.21	2.79	0.60	1.69	0.58 @	
1981	0.05 *	0.04	0.03	0.05	0.08 *	0.91 *	0.68	0.47	0.43 @	0.19 *	0.12	0.10
1982	0.03 %	0.03 @	0.03	0.02	0.23	6.16 %		2.43 *	1.51	1.20	0.54 %	0.20
1983	0.06	0.03 %	0.04	0.03	0.08	1.42	3.73	2.79	1.56	0.45	0.24	0.11
1984	0.04	0.02	0.02	0.02	0.08	0.30	21.94 *	3.04 *	2.35	1.34	0.42	0.15 %
1985	0.12 %	0.08 @	0.12 @	0.08	0.10	0.19	0.25	0.24	0.15	0.12	0.06 %	0.03
1986	0.02	0.02	0.02	0.02	1.28	4.64	1.16	2.10	1.51	0.38	0.14	0.15
1987	0.33	0.18	0.02		0.02	0.04	11.23 %	11.05 %	1.43 *	1.12	0.55	0.28
1988	0.32	0.15	0.08		0.07 @	0.05 %	0.04	0.28	0.37	0.07	0.04	0.03

INDICADORES MESES INCOMPLETOS:
* : 1 - 10 Dias con Informacion en el Mes
@ : 11 - 20 Dias con Informacion en el Mes
% : Más de 20 Dias con Informacion en el Mes

ANEXO 1

A 1-2

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PAGINA : 2
FECHA : 16/02/2006

CAUDALES MEDIOS MENSUALES , PROMEDIO Y DESV. ESTANDAR AÑO: 1940 - 2005

Estación : ESTERO PUANGUE EN BOQUERON

Código BNA: 05741001-9

Altitud : 488 msnm

Cuenca : Rio Maipo

Latitud S : 33 17 00

Longitud W : 71 08 00

SubCuenca : Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapocho y DesemlÁrea de Drenaje:

UTM Norte : 6315215 mts

UTM Este : 301325 mts

137 km2

AÑO	ENE I (m3/s)	FEB I (m3/s)	MAR I (m3/s)	ABR I (m3/s)	MAY I (m3/s)	JUN I (m3/s)	JUL (I (m3/s)	AGO I (m3/s)	SEP I (m3/s)	OCT I (m3/s)	NOV I (m3/s)	DIC I (m3/s)
1989	0.01	0.01	0.01	0.01 %	0.01	0.01	0.28	2.45	3.06	0.63	0.31	0.07
1990	0.13	0.27	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.09	0.09	0.04	0.02
1991	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	1.14	2.28	0.84	0.85	0.43	0.27	0.14
1992	0.17	0.12	0.04	0.03	0.49	4.89	1.84	1.45	2.14	0.52	0.48	0.23
1993	0.15	0.03	0.02	0.02	0.28	1.41	1.49	0.52	0.32	0.18	0.10	0.05
1994	0.24	0.22	0.01	0.01	0.03	0.05	2.53	1.25	0.66	0.33	0.20	0.08
1995	0.04	0.02 %	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	1.22	0.63	0.25	0.13 @	0.04
1996	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.16	0.40	0.35	0.15	0.17	0.08 %
1997	0.01 *	0.01	0.01	0.01	0.18	12.50 %	2.82 %	7.93	5.25	3.38	0.94	0.40 %
1998			0.10 @	0.09	0.12	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10	0.06	0.04
1999	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.09	1.71	0.49	0.22	0.14
2000	0.09 %	0.05	0.08	0.08	0.08	3.58 @	1.09 *	0.88	3.50 %	1.13 *	1.20	1.57 %
2001	0.08 *	0.07	0.03	0.02	0.03	0.05	9.50 %	4.47	1.62	0.68	0.36	0.18
2002	0.13	0.12	0.05	0.05	0.90	43.17 *	8.21 *	8.98	3.49	1.24	0.45 %	0.13
2003	0.11	0.12	0.05	0.03	0.07	1.53	2.08	0.52	0.24	0.19	0.08 %	0.04 @
2004	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.33	1.89	0.74	0.29	0.16	0.06
2005	0.02	0.00	0.00		0.02							
Promedio	0.07	0.05	0.04	0.04	0.18	2.31	2.97	2.82	1.46	0.61	0.26	0.12
Des. Est.	0.07	0.06	0.06	0.11	0.45	6.23	4.25	4.60	1.92	0.78	0.25	0.22

INDICADORES MESES INCOMPLETOS:

- * : 1 - 10 Dias con Informacion en el Mes
- @ : 11 - 20 Dias con Informacion en el Mes
- % : Más de 20 Dias con Informacion en el Mes

ANEXO 1

A 1- 3

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PAGINA : 3
FECHA : 16/02/2006

CAUDALES MEDIOS MENSUALES , PROMEDIO Y DESV. ESTANDAR AÑO: 1940 - 2005

Estación : ESTERO PUANGUE EN RUTA 78
Código BNA: 05746001-6
Altitud : 100 msnm
Cuenca : Río Maipo

Latitud S : 33 39 00 UTM Norte : 6274115 mts
Longitud W : 71 21 00 UTM Este : 282063 mts
SubCuenca : Río Maipo Bajo (Entre Río Mapocho y DesemlÁrea de Drenaje: 1670 km2

AÑO	ENE I (m3/s)	FEB I (m3/s)	MAR I (m3/s)	ABR I (m3/s)	MAY I (m3/s)	JUN I (m3/s)	JUL (I (m3/s)	AGO I (m3/s)	SEP I (m3/s)	OCT I (m3/s)	NOV I (m3/s)	DIC I (m3/s)
1986										7.86 *	12.13	9.06
1987	6.87	7.59	12.30	15.24	19.35	18.87	116.17	97.92	20.01	16.58	10.65	7.75
1988	6.84	8.68	11.25	14.13	14.63	15.57	15.01	16.42	12.35	8.29	8.09	6.41
1989	5.07	6.46	10.49	14.88	16.88	14.22	21.07	24.07	13.16	9.22	8.01	5.93
1990	4.52	6.25	17.38	14.83	14.86	14.56	15.71	13.45	15.83	8.96	6.74	6.28
1991	4.39	5.59	10.52	13.29	15.78	32.42	27.63	14.38	16.21	12.25	10.62	9.06
1992	6.39 %	8.72	13.02	15.26	33.50	68.08	25.48 %	18.45 %	24.15	12.04	10.55	8.07
1993	6.35	7.31	11.50	19.41	17.57	19.95	21.72	12.43	11.46	11.51	8.88	7.06
1994	6.54	7.95	13.12	17.90	22.72	16.21	20.12	12.38	10.34	10.55	8.30	6.72
1995	5.57 *	7.75 *	9.58 *	15.51 %	14.31	15.24	16.66	14.20	11.29	10.06	9.24	7.35
1996	4.29	6.50	11.03	14.98	17.24	18.66	13.86	11.67	8.57	5.33	2.33	1.50
1997	0.79	1.08	7.55	11.63	21.57	108.43	22.67	58.79	41.65	30.60	16.57	9.07
1998	5.70	8.24	12.81	17.62	16.45	16.31	12.19	5.22	3.93	6.32	6.99	5.32
1999	5.53	7.64	12.71	14.27	17.58	18.71	15.91	11.71	17.27	15.57	9.95	7.08
2000	5.54	7.34	11.68	18.88	19.02	79.69	40.49	16.31	42.13	21.55	11.90	7.47 @
2001	4.72 %	5.59	11.19	16.96	18.90	16.95	51.80 %	30.86	22.10	13.80	10.23	6.36
2002	5.71	7.28	12.18	15.76	29.86	94.69	34.75	52.13	31.93	19.70	13.12	9.21
2003	5.79	6.63	12.73	15.49	20.75	25.35	18.35	13.25	13.77	11.93	10.84	6.64
2004	5.78	6.78	12.36	18.15	17.32	18.02	16.23	24.23	13.09	11.05	13.37	7.17 %
2005	4.97	7.37	12.46	13.35 %	16.80							
Promedio	5.33	6.88	11.89	15.66	19.21	34.00	28.10	24.88	18.29	12.80	9.92	7.03
Des. Est.	1.35	1.67	1.91	2.04	4.97	30.76	24.26	22.99	10.66	6.02	3.03	1.75

INDICADORES MESES INCOMPLETOS:

* : 1 - 10 Días con Informacion en el Mes
@ : 11 - 20 Días con Informacion en el Mes
% : Más de 20 Días con Informacion en el Mes

ANEXO 1

A 1- 4

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PAGINA : 4
FECHA : 16/02/2006

CAUDALES MEDIOS MENSUALES , PROMEDIO Y DESV. ESTANDAR AÑO: 1940 - 2005

Estación : RIO MAIPO EN CABIMBAO
Código BNA: 05748001-7
Altitud : 35 msnm
Cuenca : Río Maipo

Latitud S : 33 47 00 UTM Norte : 6258924 mts
Longitud W : 71 32 00 UTM Este : 265420 mts
SubCuenca : Río Maipo Bajo (Entre Río Mapocho y DesemlÁrea de Drenaje: 15040 km2

AÑO	ENE I (m3/s)	FEB I (m3/s)	MAR I (m3/s)	ABR I (m3/s)	MAY I (m3/s)	JUN I (m3/s)	JUL (I (m3/s)	AGO I (m3/s)	SEP I (m3/s)	OCT I (m3/s)	NOV I (m3/s)	DIC I (m3/s)
1940	47.13	35.24	31.49	36.49	67.57	104.52	251.64	128.63	77.76	51.40	69.30	107.70
1941	140.49	78.89	72.78	95.56	226.07	278.67	359.55	683.36	241.03	212.55	266.60	307.74
1942	345.77	305.82	205.61	142.57	142.48	156.87	175.16	305.58	124.88	99.76	157.47	191.26
1943	200.71	108.51	93.76	74.78	84.60	180.33	158.42	169.10	123.17	29.98	55.24	101.31
1944	99.88	104.66	63.17									
1979												148.09 @
1980	163.84	79.02	65.31	167.90	287.19	243.22 %	347.77 @	202.81	102.57	132.13	120.30	236.87
1981	138.42	109.27	88.45	68.19	197.35	193.57	133.50 %	105.74 %	48.12 @	35.94	52.74	48.37
1982	44.82	36.95	42.78	60.04	127.58	528.83	516.36	283.74	267.96 %	214.00 *	252.13	417.10
1983	459.19	316.86	211.61	167.27	157.74	190.50	244.10	191.07	140.30	124.40 %	167.77	204.90
1984	169.64 @	110.70 %	80.00	68.51	123.95 %	115.47	626.29	229.68	195.97	215.36	223.62 %	272.10
1985	244.81	144.64	155.32	136.93 @	139.67 *	132.40	141.36	109.21	61.09 %	43.80 *	81.50 %	57.23
1986	62.58 %	52.84	47.35	73.12	146.17	313.43 %	171.26	184.75 %	120.96 @	112.47 *	129.38	265.68
1987	249.42	171.79	128.32	95.18	134.76	139.63	845.47	754.23	261.93	245.77	355.73	468.10
1988	345.55	217.90	161.00	126.23	124.48	114.40	104.46	131.02	64.37	40.10	62.64	52.11
1989	51.68	60.30	52.95	55.64	94.68 %	65.20	100.12	213.21	142.14 %	83.16 %	147.88	132.36
1990	76.15	54.69	48.11	64.64	75.84	69.65	104.01 %	57.04 *	81.28	38.03 %	44.80	39.87
1991	27.23	24.57	39.05	59.71	149.11	270.07	292.16	168.07	171.37	105.17	165.20	177.23
1992	196.00	137.46	124.85 %	107.47 @	207.87	441.83	199.13	163.48	163.43	111.09	152.00	152.13
1993	153.84	105.51	90.17	144.57	306.39	223.97	204.45	139.87	99.31	75.00	96.88	129.38
1994	135.36	73.54	76.75	79.08	118.95	121.57	177.39	137.97	82.91	67.60	128.28	177.11
1995	110.23	69.63	61.96	72.39	97.90	122.96	138.90	138.65	91.17	42.39 %	87.75	117.46
1996	46.92	28.17	49.69	87.26	75.51	86.51	92.19	85.76	37.05	16.34	10.26	6.41
1997	2.35	5.60	22.26	28.55	77.21	552.32 %	222.52	380.23	411.73	236.74	218.10	308.29
1998	326.77	145.44 %	105.20	122.44	107.87	105.16	78.90	53.67 %	26.61 @	18.27	17.98	12.80
1999	19.50	21.03	38.74	39.11	48.89	66.46	79.24	83.90	185.07	97.15 %	91.57 %	62.88 %
2000	42.57	35.71	30.72	51.96	64.52	154.25 @	378.80 *		221.67 *	206.00 *	263.25 *	298.28 %
2001		136.17 %	96.28	81.82	97.33	93.07	337.27 *	324.16	229.40	166.48	180.00 *	276.87
2002	146.68	87.98	63.73	58.67	150.26	674.80	266.10	476.68	341.37	256.61	314.77	322.26
2003	276.07	192.21	154.39	102.61	116.33	153.13	147.03	105.45	67.58	63.36	101.34	90.46
2004	97.00	74.71	71.41	114.48	105.61	116.86	123.67	151.75	88.60	48.29	102.99	76.12
2005	63.71	48.48	66.89	60.85	113.79							
Promedio	149.48	102.40	85.16	88.13	132.26	207.23	241.97	219.96	147.27	109.98	141.98	175.28
Des. Est.	114.28	76.15	49.55	37.81	61.07	156.39	174.90	171.57	93.41	76.32	88.20	119.73

INDICADORES MESES INCOMPLETOS:

- * : 1 - 10 Días con Informacion en el Mes
- @ : 11 - 20 Días con Informacion en el Mes
- % : Más de 20 Días con Informacion en el Mes

ANEXO 2

**NIVELES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
REGISTRADOS EN LA D.G.A.**

ANEXO 2

A 2- 3

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PAGINA : 3
FECHA : 01/02/2005

PERIODO 17/0: - 14/05/2004

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Pozo 9 Estación INDUSTRIA BATA
Código BNA05740008-0
Altitud 173 msnm
Cuenca Rio Maipo

Latitu 33 40 00 UTM Norte : ### mts
Longi 71 10 00 UTM Este : ### mts
SubC Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapoc Área de Drenaje : 0 km2

Fecha	Nivel (m)	I												
03/11/1989	1.90		09/01/1990	1.90		03/04/1990	2.20		06/06/1990	12.00		06/08/1990	12.80	
05/12/1990	1.10		15/03/1991	1.30		30/04/1991	3.10		10/06/1991	12.20		05/08/1991	11.50	
07/10/1991	12.20		02/12/1991	1.50		09/01/1992	2.30		09/03/1992	13.30		15/05/1992	2.10	
21/07/1992	1.50		09/09/1992	2.50		04/11/1992	1.50		12/01/1993	12.50		10/03/1993	2.40	
07/05/1993	1.50		14/09/1993	12.20		11/11/1993	12.10		11/01/1994	12.40		07/03/1994	12.50	
04/05/1994	4.40		07/07/1994	3.40		22/09/1994	2.10		23/11/1994	1.50		25/01/1995	2.00	
29/05/1995	2.40		31/07/1995	1.10		20/09/1995	1.15		21/03/1996	0.80		17/05/1996	1.90	
13/09/1996	3.20		17/10/1996	1.90		20/02/1997	12.30		08/07/1997	1.00		29/08/1997	0.90	
31/10/1997	0.50		30/12/1997	0.90		27/04/1998	1.00		24/06/1998	2.40		28/08/1998	12.40	
23/10/1998	12.40		22/12/1998	12.60		01/02/1999	1.30		28/04/1999	1.70		25/06/1999	2.10	
20/08/1999	2.00		18/10/1999	1.90		16/12/1999	1.90		21/02/2000	1.80		18/04/2000	2.00	
03/06/2000	1.60		18/08/2000	1.30		06/10/2000	1.70		18/12/2000	12.50		22/02/2001	0.90	
18/04/2001	1.60		14/06/2001	12.80	*	20/08/2001	7.60		27/02/2002	0.80		10/04/2002	1.20	
21/08/2002	1.30		10/10/2002	1.40		05/12/2002	1.20		16/04/2003	1.40		09/06/2003	1.50	
21/08/2003	2.00		15/10/2003	2.40		19/02/2004	4.30		22/04/2004	3.40				

ANEXO 2

A 2- 4

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PAGINA : 4
FECHA : 01/02/2005

PERIODO 17/0: - 14/05/2004

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Pozo 11 Estación AS. SAN CARLOS CHOLQUI (2)
 Código BNA05740009-9 Latitu 33 46 00 UTM Norte : ### mts
 Altitud 0 msnm Longi 71 07 00 UTM Este : ### mts
 Cuenca Rio Maipo SubC Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapoc Área de Drenaje : 0 km2

Fecha	Nivel (m)	I												
13/08/1981	10.31		09/11/1989	9.41		08/01/1990	6.71		29/04/1990	7.21		07/06/1990	5.81	
13/08/1990	5.61		17/12/1990	5.31		10/01/1991	9.41		30/04/1991	10.91		24/06/1991	5.01	
13/08/1991	10.31		16/10/1991	12.11		06/12/1991	11.81		10/01/1992	11.61		12/03/1992	12.51	
15/05/1992	15.31		21/07/1992	2.81		09/09/1992	16.81		04/11/1992	3.21		12/01/1993	19.21	
10/03/1993	18.31		07/05/1993	5.31		30/09/1993	4.81		11/11/1993	5.61		11/01/1994	23.31	
07/03/1994	23.31		04/05/1994	4.91		07/07/1994	9.31		22/09/1994	23.81		23/11/1994	23.31	
25/01/1995	23.31		29/05/1995	23.81		31/07/1995	4.11		25/09/1995	5.31		19/01/1996	23.31	
21/03/1996	5.71		17/05/1996	8.41		09/09/1996	23.31		26/11/1996	24.21		28/01/1997	23.41	
24/03/1997	24.31		20/05/1997	6.91		17/07/1997	2.31		25/09/1997	1.81		18/11/1997	23.81	
20/01/1998	4.26		19/03/1998	2.61		15/05/1998	2.61		21/07/1998	3.41		16/09/1998	3.11	
18/11/1998	2.51		06/01/1999	3.01		22/03/1999	3.21		25/05/1999	3.41		21/07/1999	3.61	
22/09/1999	4.21		30/11/1999	5.41		06/01/2000	7.80		17/03/2000	5.61		19/07/2000	2.47	
24/11/2000	5.10		24/07/2001	5.80		13/09/2001	0.00		25/01/2002	4.51		21/03/2002	5.41	
17/05/2002	6.01		16/07/2002	2.41		14/09/2002	1.81		15/11/2002	2.61		15/01/2003	3.31	
14/03/2003	3.91		26/05/2003	3.41		17/07/2003	3.21		15/09/2003	4.61		20/11/2003	0.00	
22/01/2004	9.21		23/03/2004	9.51		14/05/2004	0.00							

ANEXO 2

A 2- 5

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PAGINA : 5
FECHA : 01/02/2005

PERIODO 17/0 - 14/05/2004

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Pozo 2 Estación ASENTAMIENTO SANTA EMILIA
 Código BNA05744004-K Latitud 33 28 00 UTM Norte : ### mts
 Altitud 164 msnm Longitud 71 06 00 UTM Este : ### mts
 Cuenca Rio Maipo SubC Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapo: Área de Drenaje : 0 km2

Fecha	Nivel (m)	I												
01/08/1981	2.50		18/01/1984	1.25		27/02/1984	1.25		29/03/1984	1.25		25/04/1984	1.45	
09/05/1984	1.75		05/06/1984	1.25		06/07/1984	0.85		20/08/1984	1.25		12/09/1984	2.25	
19/10/1984	1.95		21/11/1984	1.60		27/12/1984	2.50		08/01/1985	2.10		22/02/1985	1.60	
11/03/1985	1.70		09/04/1985	1.70		24/05/1985	1.40		17/06/1985	2.00		30/07/1985	1.95	
26/08/1985	1.95		27/09/1985	2.06		22/10/1985	2.00		20/11/1985	2.00		20/12/1985	2.10	
28/01/1986	2.10		28/02/1986	2.20		27/03/1986	1.90		29/05/1986	1.60		21/07/1986	2.10	
30/09/1986	2.20		25/11/1986	3.00		20/01/1987	2.00		20/02/1987	2.00		20/04/1987	2.00	
16/06/1987	2.10		20/08/1987	1.40		26/10/1987	0.90		10/12/1987	2.00		14/01/1988	2.00	
31/03/1988	1.90		23/05/1988	2.90		29/07/1988	2.00		14/09/1988	2.10		09/11/1988	2.50	
09/12/1988	3.10		15/02/1989	2.80		12/06/1989	2.20		19/02/1990	3.30		08/05/1990	2.10	
10/07/1990	1.90		13/09/1990	2.30		01/10/1990	2.20		05/11/1990	2.10		28/11/1990	2.80	
03/12/1990	3.30		04/01/1991	3.30		12/02/1991	2.80		04/03/1991	2.40		02/04/1991	2.30	
03/05/1991	2.30		03/06/1991	2.50		04/06/1991	2.60		02/07/1991	2.65		01/08/1991	2.50	
02/08/1991	2.50		09/03/1992	2.00		11/04/1992	1.70		20/04/1992	5.20		11/05/1992	1.70	
10/06/1992	8.60		04/08/1992	3.90		05/04/1993	4.90		07/06/1993	4.70		10/08/1993	5.00	
13/12/1993	16.20		01/02/1994	18.70		11/04/1994	17.70		08/06/1994	4.70		03/08/1994	5.00	
20/10/1994	20.60		29/12/1994	18.70		27/02/1995	15.70		19/06/1995	5.50		18/08/1995	5.53	
25/10/1995	6.70		11/12/1995	16.94		20/02/1996	16.30		15/04/1996	5.70		17/06/1996	5.70	
09/08/1996	6.00		10/10/1996	6.30		17/02/1997	18.20		15/03/1997	6.80		16/06/1997	5.80	
18/08/1997	4.30		20/10/1997	4.80		17/12/1997	5.70		04/02/1998	5.20		28/04/1998	4.70	
18/06/1998	4.80		18/08/1998	5.40		20/10/1998	5.10		16/12/1998	20.10		23/02/1999	17.50	
20/04/1999	6.40		17/06/1999	7.40		16/08/1999	6.60		07/10/1999	6.20		15/12/1999	23.20	
13/04/2000	7.60		12/06/2000	6.50		16/08/2000	5.10		17/10/2000	5.40		06/12/2000	6.00	
13/02/2001	11.70 *		09/04/2001	5.40		13/06/2001	5.05		14/08/2001	15.15 *		26/02/2002	0.00 *	
08/04/2002	5.80		14/08/2002	4.15		03/10/2002	5.65		09/12/2002	0.00 *		17/04/2003	5.00	
19/06/2003	4.60		12/08/2003	5.20		10/10/2003	0.00 *		11/02/2004	0.00 *		13/04/2004	0.00 *	

ANEXO 2

A 2- 7

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PAGINA : 7
FECHA : 01/02/2005

PERIODO 17/0 - 14/05/2004

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Pozo 1 Estación FUNDO LOLENCO
Código BNA05744006-6
Altitud 187 msnm
Cuenca Rio Maipo

Latitu 33 25 00 UTM Norte : ### mts
Longi 71 02 00 UTM Este : ### mts
SubC Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapoc Área de Drenaje : 0 km2

Fecha	Nivel (m)	I												
18/01/1984	11.70		27/02/1984	6.60		29/03/1984	6.60		25/04/1984	6.80		09/05/1984	6.80	
05/06/1984	4.20		06/07/1984	6.80		20/08/1984	7.80		12/09/1984	7.20		19/10/1984	9.30	
21/11/1984	6.00		27/12/1984	5.80		08/01/1985	6.00		22/02/1985	10.20		11/03/1985	11.20	
09/04/1985	7.00		24/05/1985	6.30		17/06/1985	7.50		30/07/1985	7.20		26/08/1985	8.30	
27/09/1985	8.30		22/10/1985	8.20		20/11/1985	8.00		20/12/1985	7.10		28/01/1986	11.50	
28/02/1986	6.20		27/03/1986	5.70		29/05/1986	6.40		21/07/1986	11.00		30/09/1986	7.30	
25/11/1986	7.50		20/01/1987	6.20		20/02/1987	6.00		20/04/1987	6.30		16/06/1987	7.00	
20/08/1987	11.00		26/10/1987	3.30		10/12/1987	12.80		14/01/1988	9.60		31/03/1988	6.30	
23/05/1988	5.80		29/07/1988	7.30		14/09/1988	7.60		09/11/1988	7.30		09/12/1988	7.10	
15/02/1989	11.70		12/06/1989	7.00		28/08/1989	10.20		18/10/1989	8.00		21/12/1989	7.00	
19/02/1990	6.70		08/05/1990	6.80		10/07/1990	6.50		13/09/1990	8.30		28/11/1990	8.50	
10/01/1991	7.30		14/03/1991	6.70		14/05/1991	6.65		10/06/1991	7.30		05/08/1991	7.80	
02/10/1991	11.30		02/12/1991	11.30		09/01/1992	11.70		09/03/1992	11.30		11/04/1992	11.30	
20/04/1992	6.30		11/05/1992	11.30		13/07/1992	5.80		04/08/1992	6.80		19/10/1992	11.30	
14/12/1992	7.80		23/02/1993	6.10		05/04/1993	5.80		07/06/1993	7.00		10/08/1993	8.10	
14/10/1993	8.20		13/12/1993	9.30		01/02/1994	9.60		11/04/1994	6.30		08/06/1994	7.30	
03/08/1994	8.20		20/10/1994	9.20		29/12/1994	7.30		27/02/1995	7.00		19/06/1995	7.80	
18/08/1995	8.80		25/10/1995	7.92		11/12/1995	10.54		20/02/1996	6.70		15/04/1996	6.80	
17/06/1996	7.90		09/08/1996	8.70		10/10/1996	9.10		17/02/1997	7.80		15/03/1997	11.10	
16/06/1997	8.00		18/08/1997	7.10		20/10/1997	7.30		17/12/1997	11.10		04/02/1998	6.80	
28/04/1998	6.30		18/06/1998	7.00		18/08/1998	11.30		20/10/1998	7.80		16/12/1998	7.70	
23/02/1999	7.20		20/04/1999	7.30		17/06/1999	7.70		16/08/1999	8.20		07/10/1999	8.50	
15/12/1999	8.00		15/02/2000	3.00		13/04/2000	7.10		15/06/2000	7.50		16/08/2000	7.20	
17/10/2000	7.10		06/12/2000	6.80		13/02/2001	6.30		09/04/2001	6.60		13/06/2001	7.30	
14/08/2001	7.60		09/10/2001	7.90		26/02/2002	6.60		08/04/2002	6.70		14/08/2002	6.10	
03/10/2002	6.70		09/12/2002	6.20		17/04/2003	6.30		19/06/2003	6.50		12/08/2003	7.70	
10/10/2003	8.00		11/02/2004	6.30		13/04/2004	6.20							

ANEXO 2

A 2- 8

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PAGINA : 8
FECHA : 01/02/2005

PERIODO 17/0: - 14/05/2004

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Pozo 4 Estación FUNDO EL PARRON
Código BNA05744007-4
Altitud 166 msnm
Cuenca Rio Maipo

Latitu 33 27 00 UTM Norte : ### mts
Longi 71 40 00 UTM Este : ### mts
SubC Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapo: Área de Drenaje : 0 km2

Fecha	Nivel (m)	I												
23/02/1999	2.20		20/04/1999	2.30		17/06/1999	2.20		16/08/1999	2.50		07/10/1999	2.30	
15/12/1999	2.90		16/02/2000	3.00		13/04/2000	2.60		15/06/2000	1.20		16/08/2000	2.10	
17/10/2000	2.50		06/12/2000	2.60		13/02/2001	2.60		09/04/2001	2.30		13/06/2001	1.80	
14/08/2001	1.80		09/10/2001	1.80		26/02/2002	1.80		08/04/2002	2.80		14/08/2002	2.20	
03/10/2002	2.40		09/12/2002	2.30		17/04/2003	2.20		19/06/2003	2.10		12/08/2003	2.50	
10/10/2003	2.70		11/02/2004	3.25		13/04/2004	2.40							

INDICADORES

- * : Nivel Dinámico
- < : Valor Menor que el Verdadero

ANEXO 2

A 2- 9

Pozo 5

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

PAGINA : 1
FECHA : 38534



Perí 01/1960 07/2005

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Estación: **FUNDO BARACALDO**

Código BNA/05744008 - 2

Altitud: 0

Cuenca: RIO MAIPO

LatitudS: 033° 33' 10

Longitud W 071° 15' 40

SubCuenc Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapocho y Desembocadura)

UTM Norte : 6285081 mts

UTM Este : 290072 mts

Fecha de Medición

Nivel (m)

18-06-98	Sin Acceso
23-02-99	2.2
20-04-99	2.3
17-06-99	2
16-08-99	2.3
07-10-99	1.9
15-12-99	2.4
16-02-00	2.6
13-04-00	2.7
15-06-00	1.9
16-08-00	1.5
17-10-00	1.3
06-12-00	1.8
13-02-01	2.2
09-04-01	1.8
13-06-01	2
14-08-01	1.9
09-10-01	2.3
26-02-02	2.2
08-04-02	2.3
14-08-02	1.7
03-10-02	Sin Acceso
09-12-02	2.5
17-04-03	2.7
19-06-03	2.5
12-08-03	2.5
10-10-03	3.1
11-02-04	2.7
13-04-04	2.1
11-06-04	1.2
17-08-04	1.1
14-10-04	1.2
13-12-04	1
07-02-05	1.05
20-04-05	1.2

* : Nivel Dinámico

ANEXO 2

A 2- 10

Pozo 6

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Estación: **A.P. BOLLENAL**

Código BNA/05745003 - 7

Altitud: 140

Cuenca: RIO MAIPO

LatitudS: 033° 33' 50

Longitud W 071° 12' 25

SubCuenc Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapocho y Desembocadura)

UTM Norte : 6283958 mts

UTM Este : 295129 mts

Fecha de Medición	Nivel (m)	Fecha de Medición	Nivel (m)
03-11-89	32.8	15-03-97	39.3
09-01-90	33.6	16-06-97	38.8
03-04-90	8.8	20-08-97	7
06-06-90	34.3	20-10-97	38.7
06-08-90	7.4	17-12-97	39.2
05-12-90	34.6	04-02-98	39.9
10-01-91	34.1	28-04-98	38.8
14-03-91	34.4	18-06-98	39.4
24-04-91	35	18-08-98	38.4
10-06-91	34.3	23-10-98	39.4
05-08-91	34.6	16-12-98	39.6
02-10-91	34.4	23-02-99	39.1
02-12-91	34.1	20-04-99	
09-01-92	34	17-06-99	15.9
20-04-92	32.6	16-08-99	7.1
11-05-92	6.6	07-10-99	6.9
13-07-92	33.6	15-12-99	7
04-08-92	36.6	16-02-00	7
06-10-92	33.9	13-04-00	
14-12-92	34.2	15-06-00	6.7
22-02-93	34.3	16-08-00	9.1
05-04-93	34.2	17-10-00	6.7
07-06-93	36	06-12-00	6.1
10-08-93	28.6	13-02-01	6.9
14-10-93	37.4	09-04-01	6.9
13-12-93	37.6	13-06-01	6.8
01-02-94	37.8	14-08-01	6.7
11-04-94	40.6	26-02-02	7
08-06-94	8.1	08-04-02	6.8
03-08-94	19.6	14-08-02	6.4
20-10-94	37.8	03-10-02	6.7
29-12-94	38.6	05-12-02	6.6
27-02-95	39.4	17-04-03	6.9
19-06-95	18.4	19-06-03	6.7
18-08-95	42.1	12-08-03	6.6
25-10-95	40.3	10-10-03	6.6
11-12-95	38.9	11-02-04	7.3
20-02-96	38.1	13-04-04	7.1
15-04-96	40.7	11-06-04	6.8
17-06-96	7.2	17-08-04	6.7
21-08-96	7.9	14-10-04	7.5
10-10-96	11.1	13-12-04	7.8
17-02-97	40.1	07-02-05	6.9
		20-04-05	7.5

* : Nivel Dinámico

ANEXO 2

A 2- 11

Pozo 7

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Estación: FUNDO SAN PATRICIO
 Código BN/05745002 - 9
 Altitud: 192
 Cuenca: RIO MAIPO

LatitudS: 033° 30' 00" UTM Norte : 6291433 mts
 Longitud W 071° 00' 00" UTM Este : 314206 mts
 SubCuenc Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapocho y Desembocadura)

Fecha de Medición	Nivel (m)	Fecha de Medición	Nivel (m)
09-03-92	1.2	16-12-98	3
11-04-92	3.2	23-02-99	2.4
20-04-92	2.7	20-04-99	2.3
11-05-92	3.2	17-06-99	2.4
10-06-92	3	16-08-99	5
13-07-92	3.2	07-10-99	4.9
04-08-92	3.9	15-12-99	3
06-10-92	4	16-02-00	3.1
14-12-92	2.8	13-04-00	3.3
23-02-93	2.5	15-06-00	3.3
05-04-93	2	16-08-00	2.5
07-06-93	2.49	17-10-00	3.1
14-10-93	3.5	06-12-00	2.2
13-12-93	3	13-02-01	3.1
01-02-94	2.5	09-04-01	
11-04-94	2.7	13-06-01	3.9
08-06-94	3.5	14-08-01	3.8
03-08-94	4.3	09-10-01	4.5
20-10-94	3.5	26-02-02	Sin Acceso
29-12-94	2.5	22-04-02	2.2
27-02-95	2.9	14-08-02	4.1
19-06-95	2.2	03-10-02	4.3
18-08-95	4.4	09-12-02	2
24-10-95	3.5	17-04-03	Sin Acceso
28-12-95	3.1	19-06-03	4.6
20-02-96	2.5	12-08-03	4.8
15-04-96	3.25	10-10-03	4.9
17-06-96	3.5	11-02-04	5
09-08-96	4.8	13-04-04	4.6
10-10-96	4.7	11-06-04	4.4
17-02-97	4.6	17-08-04	5.8
15-03-97	4.8	14-10-04	5.5
16-06-97	4.2	13-12-04	5.3
20-08-97	4.05	07-02-05	5.5
20-10-97	4.9	20-04-05	5.5
17-12-97	4.7		
04-02-98	4.2		
28-04-98	4.4		
18-06-98	5.8		
18-08-98	5.1		
23-10-98	4.3		

* : Nivel Dinámico

ANEXO 2

A 2- 12

Pozo 8

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Estación: MATADERO POLLOS (PUANGUE)
 Código BN/05746003 - 2
 Altitud: 190
 Cuenca: RIO MAIPO

LatitudS: 033° 39' 40 UTM Norte : 6272919 mts
 Longitud W 071° 19' 58 UTM Este : 283688 mts
 SubCuenc Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapocho y Desembocadura)

Fecha de Medición	Nivel (m)	Fecha de Medición	Nivel (m)
29-04-90	1	17-07-97	0.38
05-06-90	1.6	25-09-97	0.3
13-08-90	2.6	22-03-99	Embancado
05-12-90	3	25-05-99	
15-03-91	1.6	21-07-99	
24-04-91	1.9	22-09-99	
10-06-91	0.5	30-11-99	
05-08-91	0.6	17-03-00	Embancado
02-10-91	1.6	18-05-00	Embancado
02-12-91	1.8	14-09-00	Embancado
09-01-92	1.4	15-11-00	Embancado
10-06-92	2.6	14-05-01	
04-08-92	1.3	24-07-01	Embancado
06-10-92	1	13-09-01	
14-12-92	0.8	25-01-02	Embancado
23-02-93	1.7	21-03-02	Embancado
05-04-93	1.3	17-05-02	Embancado
07-06-93	0.5	16-07-02	Sin Acceso
10-08-93	1.6	14-09-02	Embancado
14-10-93	0.7	15-11-02	Embancado
13-12-93	1.3	15-01-03	Embancado
01-02-94	1.3	14-03-03	Embancado
11-04-94	1	26-05-03	Embancado
08-06-94	0.8	17-07-03	Embancado
03-08-94	0.7		
20-10-94	0.7		
29-12-94	0.7		
27-02-95	0.7		
19-06-95	0.65		
18-08-95	0.36		
19-10-95	0.52		
21-02-96	0.6		
15-04-96	0.55		
17-06-96	0.48		
21-08-96	0.66		
26-11-96	0.7		
20-01-97	0.95		
24-03-97	1.06		
20-05-97	0.5		

* : Nivel Dinámico

ANEXO 2

Pozo 13

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Estación: **ASENTAMIENTO POPETA LAS MARIPOSAS**

Código BN/05747002 - K

LatitudS: 033° 51' 42

UTM Norte : 6250829 mts

Altitud: 0

Longitud W 071° 15' 30

UTM Este : 291080 mts

Cuenca: RIO MAIPO

SubCuenc Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapocho y Desembocadura)

Fecha de Medición	Nivel (m)	Fecha de Medición	Nivel (m)
09-11-89	6.75	20-01-98	21.25
08-01-90	7.85	19-03-98	7.65
23-04-90	9.15	15-05-98	6.35
05-06-90	5.75	21-07-98	21.05
06-08-90	5.75	16-09-98	21.05
17-12-90	21.15	18-11-98	20.95
10-01-91	21.25	06-01-99	21.05
05-03-91	21.05	22-03-99	7.25
30-04-91	5.95	25-05-99	7.25
24-06-91	5.45	21-07-99	6.05
13-08-91	5.15	22-09-99	5.45
16-10-91	5.55	30-11-99	11.3
06-12-91	21.35	18-05-00	11.4
10-01-92	21.15	17-07-00	Embancado
12-03-92	21.15	14-05-01	4.41
15-05-92	7.55	24-07-01	5.15
21-07-92	6.65	25-01-02	20.65 *
09-09-92	4.35	21-03-02	20.85 *
04-11-92	8.15	17-05-02	6.45
10-03-93	21.05	16-07-02	5.15
07-05-93	6.75	14-09-02	5.75
14-09-93	5.85	15-11-02	21.75 *
11-11-93	6.05	15-01-03	20.95 *
11-01-94	21.25	14-03-03	9.45
07-03-94	20.95	26-05-03	5.75
04-05-94	11.75	17-07-03	5.05
07-07-94	5.25	15-09-03	20.85 *
22-09-94	6.15	20-11-03	21.15 *
23-11-94	21.35	22-01-04	20.85 *
25-01-95	21.05	23-03-04	10.45
29-05-95	7.05	14-05-04	20.65 *
31-07-95	8.25	20-07-04	6.65
26-09-95	9.75	15-09-04	21.15 *
19-01-96	21.35	18-11-04	20.75 *
21-03-96	21.45	12-01-05	21.55 *
17-05-96	6.25	31-03-05	20.85 *
09-09-96	6.35	20-05-05	7.75
26-11-96	21.25		
28-01-97	13.25		
24-03-97	10.25		
17-07-97	5.05		
25-09-97	4.25		
18-11-97	5.25		

* : Nivel Dinámico

ANEXO 2

A 2- 14

Pozo 14

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Estación: **AS. SAN MIGUEL POPETA (2)**
 Código BN/05747004 - 6
 Altitud: 106
 Cuenca: RIO MAIPO

LatitudS: 033° 52' 25 UTM Norte : 6249512
 Longitud W 071° 15' 15 UTM Este : 291495
 SubCuenc Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapocho y Desembocadura)

Fecha de Medición	Nivel (m)	Fecha de Medición	Nivel (m)
09-11-89	8.1	16-09-98	10.6
08-01-90	4.8	18-11-98	13
23-04-90	6	06-01-99	11.4
05-06-90	5.6	22-03-99	9.5
06-08-90	6	25-05-99	11.2
17-12-90	12.5	21-07-99	8
15-03-91	14.3	22-09-99	7.5
30-04-91	7.7	06-01-00	15.4
30-05-91	7.7	17-03-00	11.4
24-06-91	8.9	18-05-00	9.7
13-08-91	10.8	21-11-00	11.7
16-10-91	7.8	14-05-01	9.6
06-12-91	7.3	24-07-01	7
10-01-92	7.8	13-09-01	6.7
12-03-92	9.3	25-01-02	13
15-05-92	5.7	21-03-02	11.1
21-07-92	5.1	17-05-02	8.2
09-09-92	5.9	16-07-02	7.2
04-11-92	8.8	14-09-02	6.6
10-03-93	10.7	15-11-02	9.8
07-05-93	7.2	15-01-03	16.2
30-09-93	6.7	14-03-03	10.6
11-11-93	6.8	26-05-03	7.7
11-01-94	6.7	17-07-03	7
07-03-94	9.7	15-09-03	7.7
04-05-94	7.7	20-11-03	25.5
07-07-94	10.2	22-01-04	Sin Acceso
22-09-94	11.1	23-03-04	13.7
23-11-94	12.7	14-05-04	10.3
25-01-95	13.7	20-07-04	8.5
29-05-95	7.7	15-09-04	8.7
31-07-95	10.5	18-11-04	11.3
27-09-95	16.2	12-01-05	20.2
19-01-96	19.4	31-03-05	Sin Acceso
09-09-96	7.9	20-05-05	10.6
28-01-97	12.2		
24-03-97	12		
17-07-97	6.7		
25-09-97	6		
18-11-97	7.3		
20-01-98	9.5		
19-03-98	8.3		
15-05-98	8.3		
21-07-98	7.5		

* : Nivel Dinámico

ANEXO 2

A 2- 15

Pozo 15

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Estación: **AS. IGNACIO SERRANO**
 Código BN/05747006 - 2
 Altitud: 140
 Cuenca: RIO MAIPO

LatitudS: 033° 52' 47" UTM Norte : 6248848 mts
 Longitud W 071° 14' 50" UTM Este : 292152 mts
 SubCuenc Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapocho y Desembocadura)

Fecha de Medición	Nivel (m)	Fecha de Medición	Nivel (m)
09-11-89	17.9	20-01-98	17.4
08-01-90	18.5	19-03-98	9.3
23-04-90	9.4	15-05-98	9.1
07-06-90	18.4	21-07-98	8.7
06-08-90	9.2	16-09-98	9.9
17-12-90	10.3	18-11-98	18.3
10-01-91	14.8	06-01-99	17.8
05-03-91	12.1	22-03-99	17.7
30-04-91	9.3	25-05-99	17.3
30-05-91	9.3	21-07-99	9.8
24-06-91	4.9	22-09-99	9.1
13-08-91	8.8	30-11-99	18.4
16-10-91	8.8	17-03-00	18.9
06-12-91	16.8	18-05-00	18.3
10-01-92	16.4	19-07-00	9.2
12-03-92	17.5	14-09-00	7.8
15-05-92	9	21-11-00	17.1
21-07-92	8.2	24-07-01	8.8
09-09-92	8.5	13-09-01	8.5
04-11-92	18.5	25-01-02	17.7 *
10-03-93	17.7	21-03-02	11.4
07-05-93	11.8	17-05-02	10.5
14-09-93	8.7	16-07-02	8.7
11-11-93	9.8	14-09-02	8.1
11-01-94	16	15-11-02	17.5 *
07-03-94	17.7	15-01-03	18.4 *
04-05-94	16.5	14-03-03	17.7 *
07-07-94	8.5	26-05-03	9.5
22-09-94	18.5	17-07-03	8
23-11-94	17.7	15-09-03	9
25-01-95	18.1	20-11-03	18 *
29-05-95	9.3	22-01-04	17.8 *
31-07-95	9.1	23-03-04	18.2 *
27-09-95	9.9	14-05-04	11.7
19-01-96	18.1	20-07-04	6.6
21-03-96	16.6	15-09-04	9.4
17-05-96	9.5	18-11-04	18 *
09-09-96	9.4	12-01-05	19.6 *
28-01-97	18.5	31-03-05	19.3 *
24-03-97	17.8	20-05-05	7.3
17-07-97	9		
25-09-97	7.9		
18-11-97	16		

* : Nivel Dinámico

ANEXO 2

A 2- 17

Pozo 17

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Estación: **AS. SAN MIGUEL POPETA (1)**
 Código BN/05747003 - 8
 Altitud: 0
 Cuenca: RIO MAIPO

LatitudS: 033° 53' 00 UTM Norte : 6248442 mts
 Longitud W 071° 15' 01 UTM Este : 291878 mts
 SubCuenc Rio Maipo Bajo (Entre Rio Mapocho y Desembocadura)

Fecha de Medición	Nivel (m)	Fecha de Medición	Nivel (m)
09-11-89	13.2	24-07-01	Sin Acceso
08-01-90	11.7	13-09-01	
23-04-90	12.5	25-01-02	12.3
05-06-90	9.3	21-03-02	9.8
06-08-90	8.2	17-05-02	10
17-12-90	8.8	16-07-02	8.4
09-09-92	6.4	14-09-02	Sin Acceso
04-11-92	21.1	15-11-02	21.9 *
08-01-93	7.4	15-01-03	14.5
07-05-93	6.8	14-03-03	11.5
14-09-93	8	26-05-03	7.8
11-11-93	9.2	17-07-03	Sin Acceso
11-01-94	9.5	15-09-03	8.5
07-03-94	8.5	20-11-03	24.1 *
04-05-94	8.5	22-01-04	27.1 *
07-07-94	7.5	23-03-04	14.3
22-09-94	9.5	14-05-04	11.6
23-11-94	9.9	20-07-04	10.1
25-01-95	10.4	15-09-04	Sin Acceso
29-05-95	7.5	18-11-04	13.1 *
09-09-96	8.7	12-01-05	Sin Acceso
26-11-96	20.6	31-03-05	13.6 *
28-01-97	22.1	20-05-05	Sin Acceso
24-03-97	21.1		
18-11-97	20.8		
20-01-98	19.1		
19-03-98	10.5		
15-05-98	8.7		
21-07-98	8.4		
16-09-98	19.7		
18-11-98	22.1		
06-01-99	24.7		
22-03-99	21.1		
25-05-99	11.2		
21-07-99	9.7		
22-09-99	9		
06-01-00			
17-03-00	13		
19-07-00	7.4		
14-09-00			
21-11-00	11		
14-05-01	15.6		

* : Nivel Dinámico

ANEXO 3

**COTAS DE LOS POZOS DE OBSERVACIÓN
INCORPORADOS EN LA CALIBRACIÓN DE LA
MODELACIÓN**

NOMBRE POZO	COTA (msnm)
Lolenco	182.00
Santa Rita	166.39
Baracaldo	154.00
Bollenar	150.19
Fndo. San Patricio	186.00
Parcela 7 Chiñihue	226.00
Industria Bata	176.00
Matadero de Pollos	102.00
As.Cholqui	194.00
As.Tantehue	133.30
As.Ignacio Serrano	124.00
As.Popeta Las Mariposas	111.11

ANEXO 4

BALANCES POR ZONAS

Zona 1: PUANGUE ALTO	
Entradas	m3/s
Recarga	0.140
Río	0.119
Almacenamiento	0.045
Salidas	m3/s
Río	0.109
Pozos	0.151
Almacenamiento	0.025

Zona 2: PUANGUE MEDIO	
Entradas	m3/s
Recarga	1.423
Río	0.118
Almacenamiento	0.258
Salidas	m3/s
Río	1.345
Pozos	0.365
Almacenamiento	0.176

Zona 3: PUENGUE BAJO	
Entradas	m3/s
Recarga	2.124
Río	0.105
Almacenamiento	0.364
Salidas	m3/s
Río	2.518
Pozos	0.013
Almacenamiento	0.210

Zona 4: LA HIGUERA	
Entradas	m3/s
Recarga	0.545
Río	0.052
Almacenamiento	0.059
Salidas	m3/s
Río	0.483
Pozos	0.022
Almacenamiento	0.053

Zona 5: MELIPILLA	
Entradas	m3/s
Recarga	2.547
Río	1.924
Almacenamiento	0.295
Salidas	m3/s
Río	5.242
Pozos	0.050
Almacenamiento	0.244

Zona 6: CHOLQUI	
Entradas	m3/s
Recarga	1.207
Río	0.123
Almacenamiento	0.227
Salidas	m3/s
Río	1.143
Pozos	0.049
Almacenamiento	0.162

Zona 7: POPETA	
Entradas	m3/s
Recarga	1.536
Río	0.062
Almacenamiento	0.297
Salidas	m3/s
Río	1.444
Pozos	0.174
Almacenamiento	0.202

Zona 8: ENTRADA	
Entradas	m3/s
Recarga	0.327
Río	0.000
Almacenamiento	0.025
Nivel Constante	2.842
Salidas	m3/s
Río	2.596
Pozos	0.003
Almacenamiento	0.024

Zona 9: SALIDA	
Entradas	m3/s
Recarga	0.062
Río	0.000
Almacenamiento	0.001
Salidas	m3/s
Río	0.019
Pozos	0.000
Almacenamiento	0.000
Nivel Constante	0.045

BALANCE GENERAL	
Entradas	m3/s
Recarga	9.910
Río	2.504
Nivel Constante	2.842
Almacenamiento	1.570
Salidas	m3/s
Río	14.898
Pozos	0.827
Nivel Constante	0.045
Almacenamiento	1.096